



APRENDIZAGEM COLABORATIVA DA ELETRICIDADE COM ENSINO INTERATIVO

MARIA JOSÉ MIRANDA PIRES QUINTAS

Programa Doutoral em Ensino e Divulgação das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2017

Orientador

Professor Doutor PAULO SIMEÃO CARVALHO

Professor Auxiliar

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto



Dedicatória

*Dedico este trabalho a **Madalena Miranda, Xavier Miranda e Maria Miranda,***

que sempre me transmitiram o seguinte ensinamento:

“Na vida, não existem soluções. Existem forças em marcha:

é preciso criá-las e, então, a elas seguem-se as soluções.”

(in Príncipezinho, 1900-1944)

AGRADECIMENTOS

Finda esta caminhada em que estive envolvida no desenvolvimento e arquitetura deste trabalho, não poderei deixar de recordar todos aqueles que de uma forma direta ou indireta, me deram um apoio incondicional e com a sua energia e sabedoria, foram o meu porto de abrigo e fonte de inspiração.

- Ao meu orientador, **Professor Doutor Paulo Simeão Carvalho**, que demonstrou uma grande dedicação e disponibilidade para me premiar com as suas sugestões de melhoria, sempre muito construtivas. Colaborou comigo na descoberta das boas práticas do ensino da Física e foi para mim um modelo para que também eu conseguisse motivar os meus alunos rumo à aprendizagem.

Estou-lhe muito grata por ter fortalecido em mim o gosto de ser professora e as oportunidades que sempre me proporcionou para que me fosse possível divulgar o trabalho desenvolvido.

- Aos meus queridos alunos da **Escola Básica de Alcabideche** (Cascais) que com o seu *feedback*, reaprendi a promover a aprendizagem colaborativa.
- A toda a comunidade educativa do **Agrupamento de Escolas Roque Gameiro** (Amadora) e da **Escola Secundária Ibn-Mucana** (Cascais), que me facultaram mais dados de estudo para esta investigação.
- Aos colaboradores do Grupo de Investigação em Ensino e Divulgação da Física (**GIEDIF**) pela partilha do seu saber e me terem incentivado a encantar os meus alunos mais com palavras, em detrimento da simbologia.
- À direção do **Agrupamento de Escola de Valbom** e respetivos colegas que conjugaram esforços para que conseguisse conciliar a minha atividade profissional com a investigativa.

- Ao **Raúl Alonso**, **Brigite Pereira**, **Cesária Fernandes**, **Adília Tavares da Silva**, **Carla Reis**, **Maria João Esteves** e **Maria Manuela Barros**, que deram o seu contributo na validação de testes e questionários e me facultaram dados obtidos com os seus alunos.
- Aos meus **amigos**, Carla Franco e família, Sofia Preto e família, Paula Rolino, Marcela Seabra, Paulo Ferreira, Marta Guerra, Maria João Travancas, Marlene Castro, José Nogueira, Júlia Ferreira e família, Marta Oliveira, Clotilde Nogueira, Anabela Videira, Carla Nogueiro, Rute Pinto, Sérgio Machado, Vítor Pires e família, Ana Alves, Liliana Cruz e família Salgado, que sempre tiveram uma palavra de incentivo e contribuíram para que chegasse a bom porto.
- À minha **Família** do coração (Carla Quintas, Antónia Miranda, primos, tios e Hugo Trigo) que com as suas palavras de incentivo: “*o céu é o limite*”, “*parabéns, és o nosso orgulho,...*” e “*sempre a direito não se pode ir lá muito longe*”, foram a luz desta minha caminhada e contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

**“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei, não fosse por elas,
eu não teria saído do lugar. As facilidades impedem-nos
de caminhar. Mesmo as críticas auxiliam-me muito.”**

Chico Xavier

RESUMO

A exploração de materiais didáticos interativos é vista como potenciadora de uma melhor aprendizagem da Física.

O trabalho que aqui se apresenta é um estudo desenvolvido ao longo de dois anos letivos, sobre a importância dos recursos interativos na aprendizagem de estudantes de 3.º ciclo do ensino básico, desenvolvidos no âmbito de temáticas específicas.

Neste trabalho apresentam-se resultados obtidos da realização de atividades práticas de laboratório (APL) e exploração de ferramentas baseadas em recursos educativos digitais (RED), na abordagem da Eletricidade com aprendizagem colaborativa.

Nesta investigação, os alunos foram divididos em Grupo Experimental (GE) e Grupo de Controlo (GC).

Na recolha dos dados foram usadas fichas, relatórios de aula, inquéritos e entrevistas. Aplicámos também um teste conceptual, constituído por 23 questões de resposta fechada, baseado no trabalho de Engelhardt e Beichner (2004) e o teste conceptual de Thornton e Sokoloff (2005). O teste foi aplicado nos grupos de estudo (GC e GE), antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da exploração dos conceitos de eletricidade e permitiram medir o nível de evolução conceptual e aprendizagem dos alunos. Para o GE a percentagem de estudantes que teve respostas corretas, aumentou significativamente do pré para o pós-teste.

Os resultados apontam para uma melhor aprendizagem dos alunos do GE, indicando a necessidade de se apostar numa prática de ensino que promova uma melhor qualidade das aprendizagens e uma continuidade de processos. Este trabalho mostra também que quer a utilização pelos alunos dos materiais interativos quer a formação dos professores na exploração desses materiais, são necessárias para promover uma aprendizagem colaborativa.

Palavras-chave: Aprendizagem colaborativa, Eletricidade, Ensino interativo, Recursos Educativos Digitais (RED), Atividades Práticas de Laboratório (APLs).

ABSTRACT

The exploration of interactive teaching materials is seen as a booster for better physics learning.

The work presented here is a study developed over two academic years about the importance of interactive resources in the learning of students of 3rd Cycle of Basic Education, developed in the context of specific themes.

In this work we present some results obtained while performing laboratorial practice activities (LPA) and exploring tools based on digital educational resources (DER), while teaching electricity with collaborative learning.

In this investigation, students were divided into experimental group (EG) and Control Group (CG).

For collecting data were used forms, class reports, surveys and interviews.

We also drawn up an evaluation conceptual test of 23 questions of closed answers, based on the work of Engelhardt and Beichner (2004) and of the conceptual test from Thornton and Sokoloff (2005). The test was applied in the two groups of study (CG and EG), before (pre-test) and after (post-test) the exploitation of electricity contents, and aimed to assess the level of conceptual evolution and learning of the students.

For the EG, the percentage of students who had correct answers, increased significantly from the pre to the post-test.

The results point to a better learning of the EG students indicating the need to invest on a teaching practice that promotes a better quality of learning and a continuity of processes. This work also shows that both the use interactive materials by the students and the teacher training in the exploitation of those materials, are necessary to promote collaborative learning.

Keywords: Collaborative learning, Electricity, interactive teaching, Digital Educational Resources (DER), Practical Activities (PA).

ÍNDICE

Dedicatória	II
Agradecimentos.....	III
Resumo	VI
Abstract	VII
Índice	VIII
Lista de Figuras	XI
Lista de Tabelas.....	XIV
Lista de Abreviaturas	XV

Capítulo I - Introdução.....	1
1.Contextualização do estudo e prespetivas futuras.....	2

Capítulo II – (Re)pensar a aula de Física.....	7
1. Os pilares da sala de aula de Física	8
2. O aluno no processo de aprendizagem	11
3. O papel do professor no desabrochar para o conhecimento	18
4. Atividades didáticas.....	26
4.1. Atividade Prática de Laboratório.....	26
4.2. Recursos Educativos Digitais	31
4.2.1. Simulação Computacional	36
4.2.2. Vídeo Educativo	41
4.2.3. Quiz como jogo didático	46
4.3. WebQuest.....	56
5. Metodologias de ensino e aprendizagem.....	63
5.1. Aprendizagem Colaborativa	67

Capítulo III – A Investigação	74
1. Motivações para a escolha da investigação em Eletricidade no Ensino Básico.....	75
2. Objetivos e Hipóteses.....	80
3. População do estudo.....	82

4. Recursos Educativos Interativos.....	83
4.1. Atividades Práticas de Laboratório	86
4.2. Roteiros de Exploração de <i>Software</i> Educativo	88
4.3. Roteiros de Exploração de Vídeo Educativo.....	89
4.4. <i>Quizzes</i>	91
4.5. <i>WebQuest</i>	92
5. Metodologias, Métodos e Técnicas de Investigação	94
5.1. Instrumentos de Avaliação	98
5.1.1. Ficha de Caracterização do(a) aluno(a)	99
5.1.2. Teste Diagnóstico.....	100
5.1.3. Teste de Conhecimentos.....	102
5.1.4. Inquérito	107
5.1.3. Entrevista	109
5.2. Métodos de Investigação.....	114
5.2.1. Método Experimental	115
5.2.2. Métodos qualitativo e quantitativo.....	119
Capítulo IV – Avaliação das práticas pedagógicas	125
1. Ano letivo 2013/ 2014	126
1.1. Introdução	126
1.2. Caracterização da População	128
1.2.1. Caracterização do Grupo Experimental	131
1.2.2. Caracterização do Grupo de Controlo	133
1.3. Resultados do Teste Diagnóstico	135
1.4. Resultados do Teste de Conhecimentos	142
1.5. Entrevistas	150
1.5.1. Entrevistas a alunos	150
1.5.2. Entrevistas a professoras	159
2. Ano letivo 2014/ 2015	166
2.1. Introdução	166
2.2. Caracterização da População	174
2.2.1. Caracterização do Grupo Experimental	174
2.2.2. Caracterização do Grupo de Controlo	179
2.3. Resultados do Teste de Conhecimentos	183

2.4. Entrevistas dos alunos do GE	191
2.5. Resultados dos Inquéritos	202
Capítulo V – Conclusões	211
1. Das questões de estudo aos resultados da investigação.....	212
2. Limitações do estudo.....	219
3. Práticas de ensino na melhoria do ensino da Física	221
Referências Bibliográficas	224
Bibliografia.....	234
Anexos.....	241

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sala de Aula do Futuro.

Figura 2 – Triângulo didático

Figura 3 – Teoria de Aprendizagem Significativa.

Figura 4 – Percentagem de variância no rendimento escolar.

Figura 5 – Ambientes que podem influenciar o desenvolvimento das habilidades de pensamento.

Figura 6 – Forma de preparação de aulas pelos professores.

Figura 7 – Características de uma simulação computacional.

Figura 8 – Exemplo de uma simulação demonstrativa.

Figura 9 – Exemplo de uma simulação investigativa.

Figura 10 – Princípios do vídeo na melhoria das aprendizagens do aluno.

Figura 11 – *Template* do software *HotPotatoes*.

Figura 12 – Exemplo de uma questão conceptual de escolha múltipla.

Figura 13 – Utilização de *clickers* nas salas de aula na Universidade Central da Flórida.

Figura 14 – Diagrama de aplicação do método IpC, para a etapa conhecida de *ConcepTest*.

Figura 15 – Exemplo ilustrativo de uma *WebQuest* (WQ) no domínio da Física.

Figura 16 – Domínio cognitivo da taxonomia de Bloom.

Figura 17 – Aspetos nucleares sobre as *WebQuests*.

Figura 18 – Critérios para a escolha das metodologias de ensino.

Figura 19 – Graduação de eficácia dos modos de aprendizagem.

Figura 20 – Esquema organizador dos quatro temas gerais do ensino das CFN do ensino básico.

Figura 21 – Aspetos essenciais relativos às Metas Curriculares.

Figura 22 – Entrada em vigor das Metas Curriculares de CFQ (ensino básico) e FQ (ensino secundário).

Figura 23 – Estrutura das APLs.

Figura 24 – Secção “Quero Saber mais” da APL 5.

Figura 25 – Estrutura das RESEs.

Figura 26 – Estrutura das REVEs.

- Figura 27** – *Template* de uma porção do Quiz 4 (corrente Elétrica).
- Figura 28** – *Template* da imagem inicial da WebQuest.
- Figura 29** – Modelo de análise social.
- Figura 30** – Etapas de pesquisa qualitativa para a entrevista semiestruturada.
- Figura 31** – Estímulo (X) aplicados no GE, entre os momentos da observação dos anos letivos 2013/ 2014 e 2014/ 2015.
- Figura 32** – Intervalos para o ganho relativo normalizado no teste FCI.
- Figura 33** – Salas de FQ da Escola Básica Roque Gameiro – Amadora.
- Figura 34** – Localização geográfica do Agrupamento de Escolas Roque Gameiro.
- Figura 35** – Planta da Escola Básica Roque Gameiro.
- Figura 36** – Taxa de sucesso por questão no Teste Diagnóstico.
- Figura 37** – Taxa de seleção das opções de resposta por questão, no Teste Diagnóstico.
- Figura 38** – Classificação obtida no pós-teste (N_i) em função da questão.
- Figura 39** – G_a em função da questão, por grupo de estudo.
- Figura 40** – G_a em função da nota inicial, para o GC.
- Figura 41** – G_a em função da nota inicial, para o GE.
- Figura 42** – Diagrama de extremos e quartis para G_a .
- Figura 43** – Diagrama de extremos e quartis para G .
- Figura 44** – Gráfico de Ganho Absoluto em função da nota inicial.
- Figura 45** – Fatores que potenciaram a motivação dos alunos (2013/ 2014).
- Figura 46** – Fatores que potenciaram a aprendizagem dos alunos (2013/ 2014).
- Figura 47** – Vantagens das APLs, sugeridas pelos alunos (2013/ 2014).
- Figura 48** – Desvantagem/vantagens da RESEs (2013/ 2014).
- Figura 49** – Desvantagem/vantagens da REVEs (2013/ 2014).
- Figura 50** – Vantagens dos Quizzes.
- Figura 51** – Pontos fortes e pontos fracos, na opinião dos alunos (2013/ 2014).
- Figura 52** – Vantagens/ desvantagens das APLs (2013/ 2014).
- Figura 53** – Vantagens/ desvantagens das RESEs (2013/ 2014).
- Figura 54** – Vantagens/ desvantagens das REVEs (2013/ 2014).
- Figura 55** – Pontos fortes e pontos fracos da implementação das estratégias interativas, na opinião das professoras (2013/ 2014).
- Figura 56** – Sugestões de melhoria, na opinião das professoras.
- Figura 57** – Tipologia de ensino aplicada a cada grupo de estudo.
- Figura 58** – Laboratório de FQ da Escola Secundária Ibn-Mucana.

Figura 59 – Sala de TIC.

Figura 60 – Sala de FQ da EB de Alcabideche.

Figura 61 – Sugestão de laboratório de FQ.

Figura 62 – Papel atribuído a cada elemento do grupo.

Figura 63 – Modo geral de implementação dos recursos interativos (Vídeo, APL, *Software Educativo* e *Quiz*).

Figura 64 – Localização geográfica da escola sede (Escola Básica de Alcabideche).

Figura 65 – Proveniência dos alunos.

Figura 66 – Localização geográfica da escola sede do Agrupamento de Escolas Ibn-Mucana.

Figura 67 – Resultados do pré-teste por questão (2014/ 2015).

Figura 68 – Resultados do pré-teste por questão (2014/ 2015).

Figura 69 – Diagrama de extremos e quartis para o ganho absoluto (2014/ 2015).

Figura 70 – Diagrama de extremos e quartis para o ganho normalizado (2014/ 2015).

Figura 71 – Gráfico do ganho absoluto médio em função da nota média no pré-teste.

Figura 72 – Número total de respostas certas para o GE (2014/ 2015), obtido antes e após a intervenção.

Figura 73 – Fatores que potenciaram a motivação dos alunos (2014/ 2015).

Figura 74 – Fatores que potenciaram a aprendizagem dos alunos (2014/2015).

Figura 75 – Atividades mais aliciantes (2014/ 2015).

Figura 76 – Vantagens/desvantagens das APLs (2014/ 2015).

Figura 77 – Vantagens/desvantagens das RESEs (2014/ 2015).

Figura 78 – Vantagens/desvantagens das REVEs (2014/ 2015).

Figura 79 – Vantagens/desvantagens da *WebQuest* (2014/ 2015).

Figura 80 – Vantagens dos Quizzes (2014/ 2015).

Figura 81 – Pontos fortes e pontos fracos das metodologias interativas, na opinião dos alunos (2014/ 2015).

Figura 82 – Média por questão, para os três grupos de estudo.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Diferenças de género na aprendizagem da Física.
- Tabela 2** – Estratégias do professor na apresentação de questões.
- Tabela 3** – Critérios orientadores de uma metodologia de TE.
- Tabela 4** – Áreas abordadas em pesquisas com a aplicação da IpC.
- Tabela 5** – Características do desenvolvimento e aplicações pedagógicas.
- Tabela 6** – Estratégias de ensino tidas como mais eficazes para o ensino das ciências.
- Tabela 7** – Domínios e subdomínios das Metas Curriculares da componente da Física – 9.º ano de escolaridade.
- Tabela 8** – Logotipo de cada guião.
- Tabela 9** – Enquadramento dos recursos educativos elaborados nos subdomínios das Metas Curriculares.
- Tabela 10** – Instrumentos de avaliação aplicados neste estudo.
- Tabela 11** – Vantagens e desvantagens das questões de escolha múltipla.
- Tabela 12** – Conteúdos programáticos por questão.
- Tabela 13** – Métodos de investigação.
- Tabela 14** – Algumas diferenças entre a investigação qualitativa e quantitativa.
- Tabela 15** – Métodos de tratamento de dados para cada instrumento de avaliação.
- Tabela 16** – Competências a avaliar por questão.
- Tabela 17** – Opções cientificamente corretas por questão.
- Tabela 18** – Conceções prévias diagnosticadas por pergunta.
- Tabela 19** – Ganhos absolutos e normalizados, por grupo de estudo (2013/ 2014).
- Tabela 20** – Resultados obtidos para o Ganho Absoluto.
- Tabela 21** – Resultados obtidos para o Ganho Normalizado.
- Tabela 22** – Ganho absoluto e normalizado, por grupo de estudo (2014/ 2015).
- Tabela 23** – Ganho absoluto, por grupo de estudo (2014/ 2015).
- Tabela 24** – Ganhos normalizados por grupo de estudo (2014/ 2015).
- Tabela 25** – Média global por subcategorias das respostas à questão 1 do inquérito.
- Tabela 26** – Opções com maior frequência absoluta, para a questão 2.
- Tabela 27** – Opções com maior frequência absoluta, para as questões 3 e 4.
- Tabela 28** – Opções com maior frequência absoluta, para a questão 5.
- Tabela 29** – Opções com maior frequência absoluta, para a questão 6.2..

LISTA DE ABREVIATURAS

- APL** – Atividade Prática de Laboratório.
- ASE** – Ação Social Escolar.
- CFN** – Ciências Físico Naturais.
- CFQ** – Ciências Físico-Químicas.
- CN** – Ciências Naturais.
- CP** – Conceções Prévias.
- CV** – Coeficiente de Variação.
- EBM** – Ensino Básico Mediatizado.
- EsM** – Ensino sob Medida.
- FCI** – *Force Concept Inventory*.
- FQ** – Física e Química.
- GC** – Grupo de Controlo.
- GE** – Grupo Experimental.
- GIEDIF** – Grupo de Investigação em Ensino e Divulgação da Física.
- G_a** – Ganho absoluto.
- G** – Ganho relativo normalizado.
- IBSE** – *Inquiry Based Science Education*.
- IC** – Intervalo de Confiança.
- IpC** – Instrução pelos Colegas.
- MC** – Mudança Conceptual.
- NEE** – Necessidades Educativas Especiais.
- N_i** – Nota inicial no teste de conhecimentos.
- N_f** – Nota final no teste de conhecimentos.
- PALOP** – Países de Língua Oficial Portuguesa.
- PCA** – Percursos Curricular Alternativo.
- PIEF** – Programa de Integração de Educação e Formação.
- RED** – Recurso Educativo Digital.
- RESE** – Roteiro de Exploração de *Software* Educativo.
- REVE** – Roteiro de Exploração de vídeo educativo.
- SAF** – Sala de Aula do Futuro.
- SPSS** – *Statistics Package for the Social Sciences*.

TAS – Teoria de Aprendizagem Significativa.

TE – Trabalho Experimental.

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação.

WQ – *WebQuest*.

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO E PRESPECTIVAS FUTURAS

“Hoje em dia, muitos professores utilizam, na sua prática lectiva, software educativo para o ensino da Física. Muito desse software resulta em aplicações multimédia, de onde se destacam as simulações e os vídeos educativos. Apesar da qualidade dos recursos disponíveis na internet, um dos problemas com o que os professores se deparam é, com frequência, a ausência de sugestões de exploração didáctica adequadas, que tornem o uso desses recursos em verdadeiras ferramentas de ensino interativo.”

Carvalho et. al, 2013

Nos últimos vinte anos um número crescente de investigadores, nacionais e internacionais, tem contribuído ativamente para o avanço do ensino da Física em todos os níveis de escolaridade, com propostas didáticas publicadas em livros (Mazur, 1997; Arons, 1997; Sokoloff; Thomson & Laws, 1999 – 2004; McDermott, 1995 – 1996; Redish, 2003; Knight, 2004) e artigos científicos (Hake, 1998; Hofstein & Lunetta, 2004). Na sua globalidade, os resultados destas pesquisas indicam que ainda há um desfasamento entre o que é ensinado nas salas de aula e a aprendizagem dos alunos. Em Portugal, o panorama descrito não é diferente. Lopes e Silva (2009) apontam que nas escolas Portuguesas, ainda se privilegia o individualismo e a competição entre os alunos.

Na dinamização dos trabalhos de grupo, alguns professores oferecem resistência em abandonar as metodologias tradicionais. Assim e com muita frequência, mesmo quando vão para o laboratório, os alunos estão sentados em grupo mas a trabalhar individualmente, não se verificando um efetivo espírito de cooperação e aprendizagem em grupo.

O processo de ensino e aprendizagem baseado em metodologias tradicionais, focado na transmissão dos conhecimentos, foi criticado por John Dewey há mais de um

século, pelo facto de se revelar ineficaz na aprendizagem e antiquado (Dewey, 1916). De acordo com Dewey, o modelo tradicional parte do pressuposto que a aprendizagem se baseia essencialmente no fazer (“*hands-on*”), que todos os alunos aprendem ao mesmo ritmo, absorvendo na íntegra a informação transmitida pelo professor. Na verdade, a sala de aula tradicional tem como referência o industrialismo, focada na conceção da linha de montagem (Valente, 2007), com o fim último de treinar os alunos para alcançarem um produto, que frequentemente se afasta de uma aprendizagem efetiva.

Atualmente, assistimos a uma gradual substituição do modelo industrial por uma metodologia baseada na economia do conhecimento. A propósito disto, Pacheco (2016) referiu que “não faz sentido alunos do século XXI terem professores do século XX, com propostas teóricas do século XIX, da Revolução Industrial”. Tal como referido igualmente por Pacheco (2016), alguns dos fatores responsáveis pelo fracasso alcançado em Portugal pela escola pública em geral, prende-se com o facto de, nos últimos tempos, as escolas terem sido geridas por burocratas e não pedagogos, por não se tirar lições dos bons exemplos nacionais, insistir-se na imposição de mais exames e não se ter apostado, até à data, na redução do número de alunos por turma.

O Currículo Nacional de Ensino Básico de Ciências Físico Naturais sugere a dinamização de metodologias de aprendizagem eficazes e adequadas à era pós-industrial. Este documento oficial do Ministério de Educação, da autoria de Galvão *et al.* (2001), recomenda a dinamização de atividades promotoras do conhecimento, raciocínio, comunicação e desenvolvimento de atitudes científicas. Nele é também referida como fundamental a apresentação de situações enquadradas nas vivências dos alunos e dada especial importância à: 1. observação e interpretação do mundo que nos rodeia; 2. dinamização de atividade prática de laboratório (APL); 3. pesquisa; 4. dinamização de projetos; 5. promoção de debates/ trabalho colaborativo (extra aula e em situação de aula); 6. apresentação dos roteiros; 7. exploração de imagens e vídeos.

O documento privilegia assim, uma avaliação formativa em detrimento da avaliação sumativa, com o objetivo de dar aos professores e alunos o *feedback* necessário acerca das aprendizagens alcançadas e fornecer aos professores informações imprescindíveis para uma planificação das suas aulas, mais ajustadas às necessidades dos alunos.

Estas orientações seguem a linha do modelo construtivista, focada em aulas baseadas

em questões desafio, que privilegiam o papel ativo do aluno e a colaboração entre pares na construção do conhecimento. Em linha com este modelo, deve-se partir de uma situação complexa e enquadrada ao contexto local, delegando competências aos alunos para que estes se sintam os atores principais na busca da informação.

Como exemplo de aprendizagens enquadradas num ensino colaborativo e em rotura com o tradicional, em Portugal e mais concretamente na Escola da Ponte (concelho de Santo Tirso), tem sido levado a cabo nestes últimos 40 anos, um projeto pedagógico de grande sucesso educativo (Carriço, 2016), baseado nos modelos construtivista e sócio-construtivista. Este assenta essencialmente no desenvolvimento cognitivo, atitudinal, sócio moral, ético e emocional.

Esta nova viragem surgiu da tentativa, por parte de um grupo de professores da Escola da Ponte, de desvendar o porquê da falta de motivação dos alunos e da consequente falta de compreensão dos conceitos. Concluíram que o principal entrave à aprendizagem dos alunos era o facto destes apresentarem um papel passivo na sala de aula. De forma a solucionar esta problemática, apostaram na dinamização de projetos que conseguissem dar resposta aos anseios dos discentes. Reconheceram também que o fácil acesso a recursos alojados *online* não potenciava por si só a aprendizagem. Privilegiaram, assim, a interação entre pares e com o professor, numa metodologia facilitadora de organização da informação e aquisição do conhecimento. Em suma, a aprendizagem consubstancia-se da agregação de debates, pesquisas, projetos e de uma avaliação formativa e sistemática.

Outro caso digno de referência no ensino português é a implementação da primeira Sala de Aula do Futuro (SAF), na Escola Secundária D. Manuel Martins - Setúbal, no ano letivo de 2014/2015 (Ferreira, 2016). O professor de Física e Química Carlos Cunha importou este modelo da Bélgica, produzido pela *European Schoolnet* (organização sem fins lucrativos que envolve vários Ministérios da Educação Europeus). Na SAF utiliza-se a metodologia de aprendizagem baseada na Aprendizagem por Inquérito (*Inquiry Based Learning*). Através deste processo de ensino, os discentes assumem a responsabilidade das suas aprendizagens.

O professor Carlos Cunha relata, nos seus trabalhos, que os alunos elogiam a SAF, pela mudança da forma de ensinar. Porém, ele também refere que os professores oferecem muita resistência a esta urgente necessidade de viragem. "A metodologia de sala tradicional está esgotada. Há anos que se discute isso, mas não se faz nada porque mexe com a "zona de conforto" dos professores. Não sei se esta geração vai

ser capaz de fazer essa mudança. Também não há incentivos para o fazer", aponta o professor e coordenador da SAF de Setúbal (Cunha, 2016).

Até à presente data este modelo inovador já proliferou por 7 instituições (todas escolas públicas, à exceção de um colégio privado e do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa). Estas instituições recebem o apoio do Ministério da Educação (ME), que se tem empenhado no combate ao abandono escolar e na promoção das aprendizagens dos jovens.

A SAF é rentabilizada não só para dar aulas, como também para promover formações contínuas de professores. A sala está fisicamente dividida em cinco regiões (figura 1), cada uma com uma cor associada: *apresentar* (laranja), *investigar* (roxo), *criar* (verde), *colaborar* (azul) e *desenvolver* (vermelho).



Figura 1 – Sala de Aula do Futuro.

(in <http://cunhacj.wixsite.com/saf-setubal>)

Os alunos deixam de passar os 45/ 90 minutos de aula permanentemente sentados nos seus lugares, tendo a oportunidade de desempenhar um papel mais dinâmico, pois é permitido que estes se levantem e rentabilizem da melhor forma os recursos materiais e tecnológicos que estão à sua disposição. Nestas aulas impera sempre o espírito colaborativo e os jovens assumem um papel responsável, sob pena da sua equipa perder pontos. O professor promove a competição saudável entre os elementos de cada turno de uma mesma turma.

Tendo em conta as características referidas, pode-se dizer que a SAF apresenta os

seguintes objetivos: promover uma aprendizagem significativa dos alunos, disponibilizar formação aos professores e divulgar metodologias de ensino e aprendizagem interativas.

Com a realização do estudo que aqui se expõe é nosso objetivo apresentar mecanismos eficazes para o ensino da Física, traduzidos por recursos educativos e práticas didáticas diferentes das tradicionais, conducentes à mudança conceptual na abordagem à temática da Eletricidade, do 9.º ano do ensino básico. Pretendemos ainda realçar a importância do papel do professor nas práticas letivas colaborativas, como fator determinante para o sucesso na aprendizagem dos alunos.

A dissertação apresenta a seguinte estrutura base:

Capítulo II – Com o título “**(Re)Pensar a aula de Física**”, é feita uma análise crítica do papel de cada um dos elementos chave (aluno/ professor/ atividade) da triângulação didática, para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem da Física.

Capítulo III – Com o título “**A Investigação**”, faz-se a caracterização deste estudo, nomeadamente a justificação da escolha do tema e do nível de escolaridade, os objetivos a que nos propúnhamos alcançar, as hipóteses, a população, os recursos educativos, a metodologia de investigação seguida e os instrumentos de avaliação.

Capítulo IV – Com o título “**Avaliação das Práticas Pedagógicas**”, são mencionadas, por ano letivo e grupo de estudo, as características da população e do meio escolar, bem como os resultados qualitativos e quantitativos obtidos da aplicação dos diversos instrumentos de avaliação.

Capítulo V – Com o título “**Conclusões**”, é feita uma análise global deste estudo, bem como a apresentação de ações de melhoria para fazer face às limitações detetadas neste estudo. Por fim, são resumidas algumas das boas práticas de ensino que, se aplicadas eficazmente, podem contribuir para a melhoria das aprendizagens da Física e alimentar nos jovens uma imagem positiva das ciências.

CAPÍTULO II

(RE)PENSAR A AULA DE FÍSICA

1. OS PILARES DA SALA DE AULA DE FÍSICA

“As horas que passamos juntos deixaram de ser aulas de olhar para o relógio a ver se toca. De vez em quando, acontecem momentos de partilha. E nós procuramos levá-los cada vez mais longe.”

Fernando Carvalho,
Professor português

No capítulo anterior já relatámos a necessidade urgente para uma viragem substancial das condições logísticas e metodológicas da sala de aula de ciências e de Física em particular. Para que essa renovação se concretize, impõem-se uma nova interação entre Professor e Aluno. Para lecionar, o professor precisa de materiais coerentes para a promoção das pesquisas e da mudança conceptual.

Uma das tarefas do professor consiste em transmitir aos alunos como foi evoluindo a ciência, que os estudantes se apropriem da linguagem da ciência e da tecnologia e se expressem corretamente, de forma a participarem ativamente e de forma articulada em fóruns de discussão, acerca de temas atuais e que desempenhem, em pleno o seu exercício de cidadania.

O ensino da Física deve então focar-se no desenvolvimento cognitivo dos jovens, procurando sedimentar nestes um espírito crítico acerca do mundo em que vivem. É essencial que os estudantes se sintam motivados a participar nas aulas de Física e que não considerem a linguagem científica desajustada da que utilizam no dia a dia.

Em nosso entender, o ensino de Física tem de ser encarado mais do que a transmissão de conteúdos estanques. Ele deve ser entendido como um meio de transmitir a cultura científica, que se caracteriza por uma linguagem específica e um conjunto de regras e valores.

De acordo com o pensador humanista Erasmo (1992), “a maior esperança de uma nação está em educar a sua juventude”. Na tentativa de alcançarmos esta meta,

precisamos de melhorar a todos os níveis e focar a nossa atenção no ensino e na aprendizagem que são promovidos na sala de aula.

Nas escolas os professores questionam-se com frequência: “Como despertar a motivação e promover o sucesso dos alunos? Como exercer a autoridade e promover a disciplina? Quais as práticas educativas mais ajustadas à nova geração de jovens? Como promover um ensino mais individualizado, quando nos deparamos com turmas constituídas, em média, com 30 alunos? Com avaliar as aprendizagens? Como ensinar valores sociais e de civismo?”.

Provavelmente não haverá uma solução adequada para a promoção do sucesso escolar. Por vezes um equilíbrio entre o método tradicional e o modelo interativo poderá ser uma boa opção. Uma possibilidade será certamente seguir o bom senso e adotar as práticas de ensino e aprendizagem que já deram bons frutos, ou ajustá-las ao contexto local com que nos deparamos.

A educação gira em torno de numerosas triângulações didáticas cujos extremos se focam em torno do aluno/ professor/ atividade (figura 2) no qual, inseridos num determinado contexto social e institucional, estão dependentes da forma como o docente dedica a todos os fatores envolvidos. Impõem-se a necessidade dos professores terem em conta as particularidades de cada aluno, promoverem a utilização de atividades práticas de laboratório (APL) e de Recursos Educativos Digitais (RED), num ambiente de trabalho colaborativo, para só assim tornar o ensino e a aprendizagem um ato continuamente atrativo, agradável e exitoso.



Figura 2 – Triângulação didática (Adaptado de Beck, 2016).

Segundo Beck (2016), “Ensinar a aprender é parte do processo de ensino e pode ser concretizado em ensinar a converter boas tarefas em atividades geradoras de aprendizagem”.

Embora seja irreal considerar cada um dos elementos chave da triangulação de um modo disjuntivo, seguidamente iremos analisar detalhadamente cada um dos vértices nele explicitado. Faremos também uma referência à importância da metacognição, da avaliação e do desenvolvimento curricular.

2. O ALUNO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

“O ser humano é ativo na construção do seu conhecimento e não uma massa disforme a ser modelada pelo professor.”

Jean Piaget

As primeiras investigações no domínio da didática da Física tiveram como objetivo compreender como é que os estudantes aprendem os conceitos e leis da Física e como aplicam esse conhecimento a diferentes contextos (Almeida, 2004). Dessa forma procurou-se dar resposta às seguintes questões específicas: Quais as principais dificuldades de aprendizagem dos alunos? Meninos e meninas compreendem a Física de forma diferente? O que está na origem da desmotivação dos alunos? Como se poderá ultrapassar essas dificuldades?

Nos diversos estudos realizados em vários países, com alunos de diferentes níveis de escolaridade, deu-se conta que estes formulam as suas ideias com base numa estrutura lógica interna, mas muitas vezes diferentes das aceites pela comunidade científica (Vergnaud, 1990). Portanto, estas conceções evidenciadas pelos alunos são independentes do seu nível sociocultural, bem como do grau de instrução dos mesmos. Mediante a apresentação de uma situação-problema nova, os alunos tendem a estruturar um esquema ou modelo mental, que não vai ao encontro do pensamento de um físico. Seria expectável que alunos detentores de um nível de formação mais elevado apresentassem argumentos justificativos mais próximos do que são aceites cientificamente. Tal situação, em geral, não acontece. Isso leva-nos a pensar que o ensino puramente transmissivo não promove a reflexão e chega até a ser responsável pelo afastamento entre o ensino e a aprendizagem da Física.

De forma análoga aos resultados alcançados com o ensino meramente expositivo, também se verificou que o ensino pela redescoberta, apresentado no fim da década de 1950, também teve pouco alcance e resultados quase nulos (Gaspar, 2014). Sugeria-se a dinamização, quase sempre em grupo, de atividades práticas abertas, muitas vezes sem a definição de objetivos claros e esperava-se que a mera observação potenciase a retirada de conclusões cientificamente corretas. Raramente algum aluno conseguia redescobrir alguma lei ou princípio físico e quando tal

acontecia era um episódio pouco frequente, mesmo nas situações em que a atividade prática era efetuada repetidamente.

Embora muitos pedagogos ainda insistam em metodologias pela descoberta, estas não promovem uma reflexão e compreensão dos conceitos.

Na década de 1970, aquando da tomada de consciência do fracasso das metodologias da redescoberta, as ideias de Piaget tornavam-se cada vez mais difundidas e aceites.

De acordo com a teoria de Piaget o cérebro humano caracteriza-se por possuir uma história genética já predeterminada. A nossa estrutura mental vai evoluindo gradativamente com a idade, de forma similar à formação da nossa dentição. Porém, ao contrário dos nossos dentes, a época em que essas estruturas mentais se formam está dependente da atividade do indivíduo.

Assim, de acordo com Piaget, para que o aluno compreenda será necessário que este seja detentor de uma estrutura mental lógica que o permita interiorizar os conceitos, considerados os “tijolos” do conhecimento (Carvalho *et al.*, 2012). Caso esse estágio não se tenha alcançado, tentar ensinar será em vão, independentemente da metodologia aplicada.

A consequência da teoria piagetiana foi deslocar o foco da aprendizagem no aluno e reforçar a ineficiência tanto do ensino transmissivo, como o da redescoberta. Mais do que procurar ensinar um determinado conceito, é antes de mais essencial capacitar os jovens para a aprendizagem desse conceito. Neste contexto, capacitar a mente será estimular e apressar a formação de estruturas mentais para que ela se construa e seja utilizada logo que haja necessidade.

Uma forma de apressar a construção de estruturas mentais por meio de metodologias ativas será inserir nas atividades situações contraintuitivas, que gerem conflitos cognitivos na mente do aluno e os conduza à reformulação das ideias iniciais. No momento da reformulação cognitiva, a criança irá construir uma nova estrutura mental mais complexa e conseguir compreender novos conceitos. Essas novas estruturas mentais, por sua vez, podem potenciar o surgimento de novos conflitos cognitivos, sendo que a criança passará a ter ferramentas necessárias para que os consiga resolver. Este processo poderá então repetir-se sucessivamente.

Ainda na década de 70, aquando da busca de atividades que promovessem situações contraintuitivas, muitos pesquisadores concluíram que não seria a falta de estruturas lógicas mentais a única responsável pelo entrave à aprendizagem. Na generalidade, os conteúdos não são compreendidos porque o aluno também é detentor de

concepções prévias (CP), funcionalmente equivalentes, que criam determinadas resistências cognitivas à assimilação de conceitos científicos.

Os resultados da investigação educacional apontam que os esquemas mentais que o aluno tem antes de tomar contacto com os conteúdos específicos estão tão radicados que será difícil a sua substituição pelos cientificamente aceites, só porque foram transmitidos pelo professor. E por vezes, deparamo-nos com alunos que quase se convencem da existência de duas “ciências” paralelas: a que o professor ensina e a “ciência” do senso comum. São frequentes nas escolas os seguintes comentários por parte dos alunos: “É para responder como o professor explicou ou como o que observo no dia-a-dia?”; “As leis dizem uma coisa, que na realidade raramente se concretiza.”; “O professor diz que o carrinho se continua a movimentar com velocidade constante, se a resultante das forças for nula, mas o carrinho do supermercado pára se eu o deixar de empurrar.”,...

Podemos concluir que, no Ensino Básico e no Ensino Secundário, é fundamental que antes do ensino de qualquer unidade temática o professor leve a cabo uma estratégia que permita ter acesso ao nível de conhecimento prévio de cada aluno.

Uma das vias poderá ser disponibilizar uma aula ou parte dela para que cada aluno consiga expor perante a turma o que pensa sobre o tema que irá ser abordado. Porém, alguns fatores, tais como a dimensão elevada das turmas, a dificuldade de gerir a reduzida carga horária atribuída para as aulas de Física, a existência de alunos que se inibem em participar oralmente e a possibilidade de não ser possível recolher toda a informação comunicada pelos alunos, fazem-nos preferir a opção da aplicação de um pré-teste de conhecimentos, numa versão de teste escrito.

Este pré-teste tem dupla funcionalidade:

- ✓ o professor conhecer o que os alunos sabem e qual o respetivo grau de profundidade. (A informação recolhida deverá servir de base na planificação das diversas atividades.)
- ✓ o aluno tomar noção do que realmente sabe e das eventuais dificuldades.

Mediante o objetivo pretendido, os pré-testes devem assim obedecer às seguintes características:

- ✓ incluir questões alusivas à Física qualitativa (significado dos conceitos e suas relações) e não sobre Física quantitativa (resolução de problemas numéricos ou aplicação de equações matemáticas).

- ✓ conter realidades do dia-a-dia, apesar de para níveis de ensino mais elevados possam incluir questões de situações passíveis de ser retratadas em laboratório.
- ✓ ter questões só de resposta aberta ou só de resposta fechada, ou ainda uma combinação das duas opções anteriores. Aparecem frequentemente estudos em que se apresentam pré-testes constituídos por questões de escolha múltipla, onde é pedido ao aluno para justificar cada uma das opções selecionadas e a possibilidade de o aluno apresentar uma outra hipótese de resposta, que eventualmente não foi mencionada.

Na investigação em educação, a teoria construtivista, em que o aluno é o construtor das suas aprendizagens, indica o caminho que o aluno deverá trilhar para que haja uma mudança conceptual significativa:

- ✓ o aluno deverá reconhecer que o esquema mental que é detentor, não é aplicável a um conjunto de situações.
- ✓ o aluno deverá fazer um esforço para compreender e assimilar o modelo cientificamente aceite.
- ✓ o aluno deverá compreender que o modelo cientificamente aceite consegue dar resposta a inúmeras situações do seu dia-a-dia. A título de exemplo, deverá reparar que as leis de Newton não só são aplicáveis ao movimento dos planetas, com também à queda dos corpos.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) elaborada por Ausubel nos anos 60 (Ausubel, 1968), defende que as novas situações apresentadas ao aluno devem ser confrontadas com as conceções prévias existentes, para que estes consigam encontrar pontos de “ancoragem” de aprendizagem, entre as novas ideias e as pré-existentes.

Segundo este autor, de nada vale desenvolver uma aula brilhante, se ela não possibilitar a reflexão e a negociação de significados. A estrutura cognitiva constitui uma hierarquia de conceitos, que são abstrações da experiência de cada estudante (figura 3). A aprendizagem implica, assim, uma alteração na estrutura cognitiva. À medida que a aprendizagem se concretiza como significativa, os conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados, como consequência de sucessivas interações:

- ✓ diferenciação progressiva - as ideias mais gerais devem ser apresentadas no

início, de forma a serem progressivamente diferenciadas.

- ✓ reconciliação integrativa - devem analisar-se as relações entre ideias e apontar diferenças entre si.

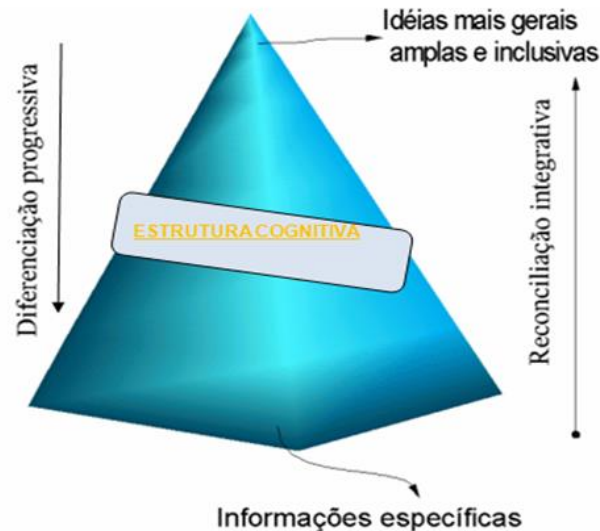


Figura 3 – Teoria de aprendizagem significativa (Ausubel, 2010).

A aprendizagem significativa é (potencialmente) duradoura, enquanto a que apela à mecanização é efémera. Com o passar do tempo há maior probabilidade do aluno esquecer o que foi memorizado, porque as informações ficam soltas e desenquadradas. Por essa razão, a TAS tem influenciado fortemente um grande número de professores na preparação das suas práticas letivas e é ainda hoje um referencial teórico importante na investigação educacional.

Ainda neste subcapítulo, cujo foco principal é o aluno de Física e a sua aprendizagem, não podemos deixar de relatar que nas últimas décadas tem sido publicado na literatura internacional, a maneira como as questões de género interferem na aprendizagem das ciências e da Física em particular e o que está na base da fuga das mulheres para outras áreas da ciência, que não a Física.

Com efeito, frequentemente os jovens consideram a ciência uma área desinteressante. O estilo de vida dos cientistas e investigadores não lhes parece particularmente atractivo. Nomeadamente, os alunos com idades compreendidas entre os 13 e os 18 anos não parecem depositar grande esperança em como a ciência consiga ser a “tábua de salvação” para a resolução de problemas globais, tais como a

escassez de água, ou a renovação das fontes de energia, entre outros (Kahle e Lakes, 2003).

Diversos autores como Ferreira (2003) e Gilbert *et al.* (2003), referem que as carreiras de Física ainda são muito associadas ao género masculino e portanto, consideradas pouco atraentes para as mulheres. Repare-se ainda que segundo os dados publicados na *National Science Foundation* (Miller *et al.*, 2006), nos EUA, em 2001, 43 % das mulheres obteve o grau de Doutor em Ciências Biológicas, contrastando com 24 % das mulheres que se doutoraram em Física. Apesar da investigação neste trabalho se reportar a um nível de escolaridade inicial (terceiro ano de estudo da Física), parece-nos que os resultados internacionais acima citados podem indiciar que se não despertarmos vocações para as áreas das ciências logo em tenras idades, será espectável que, numa fase posterior, menos mulheres obtenham o grau de doutoramento na área da Física.

Determinados pesquisadores, tal como Ferreira (2003) e Gilbert (2003), atribuem a razão da associação da ciência, e da Física em particular, ao género masculino como resultado da construção de papeis sociais, pela família e pela escola, que são responsáveis por desencorajar as mulheres a seguir carreiras de Ciência e Engenharia.

Estudos sobre as interações na sala de aula de ciências (Kahle *et al.*, 2003) indicam que os professores colocam mais questões desafiadoras aos meninos e os aliciam a assumir um papel de liderança, aquando da realização de trabalho colaborativo. De facto, não é dada a mesma oportunidade às meninas para participarem nas aulas, apesar de expressarem um interesse similar em participar nas tarefas propostas.

Numa visão sociocultural, concluímos que desde a infância, meninos e meninas são incentivados a desenvolver competências ligeiramente diferentes. Por exemplo, as meninas são expostas desde a infância a menos brinquedos relacionados com a Física, tais como, jogos com carros, bolas, construção de circuitos mecânicos e elétricos (Zohar e Bronshteins, 2005).

Neste trabalho foi alvo da nossa preocupação percebermos as diferenças de género, para posteriormente criarmos recursos e seleccionar metodologias pedagógicas concordantes com os estilos de aprendizagem associados aos estudantes do género feminino e masculino.

A tabela 1 resume a postura dos meninos e meninas face à Física.

Tabela 1 – Diferenças de género na aprendizagem da Física.

(Adaptado de Stadler, 2012 e Rezende & Ostermann, 2007)

Meninas	Meninos
❖ Quando são questionadas pelo professor, tentam responder.	✓ Questões de resposta fechada são frequentemente respondidas pelos meninos.
❖ Questões de resposta aberta são frequentemente respondidas pelas meninas.	✓ Respostas: frases curtas, mas com termos técnicos.
❖ Respostas: completas, com linguagem do quotidiano e sem recurso a termos técnicos.	✓ Apresentam soluções concretas para os problemas.
❖ Procuram possíveis campos onde podem encontrar respostas.	✓ Alcançam, em geral, notas médias.
❖ Quando motivadas, alcançam resultados superiores.	✓ Ficam satisfeitos com a coerência interna entre os conceitos.
❖ Necessitam compreender os conceitos.	✓ Preferem mais um trabalho autónomo e com utilização de RED.
❖ Preferem a realização de APL ao RED e sentem frustração no ensino baseado na resolução de problemas.	✓ Interagem mais com os professores de Física.
❖ Gostam menos de aulas expositivas.	
❖ Sofrem mais com a visão competitiva da aula.	

3. O PAPEL DO PROFESSOR NO DESABROCHAR PARA O CONHECIMENTO

“A arte mais importante do professor consiste em despertar a motivação para a criatividade e para o conhecimento.”

Albert Einstein

Até meados dos anos 60 do século XX, imperava a opinião que a escola nunca fazia a diferença no sucesso escolar do aluno. Considerava-se que fatores como a herança cognitiva da pessoa, a sua origem socioeconómico e meio familiar, seriam determinantes na diferença de rendimento. Porém, Lopes e Silva (2011) referem que as investigações realizadas têm vindo a refutar essas conclusões e a dar um papel de destaque ao Professor, aos métodos de ensino e à escola, na construção do sucesso educativo.

Vygotsky (1978), na sua defesa de um construtivismo social como fundamento para o processo de ensino e aprendizagem, atribuiu um papel fundamental aos professores, e, de um modo geral, a toda a sociedade. Considerava que na altura em que os jovens desempenhavam um papel ativo e um trabalho autónomo, a necessidade de apoio surgia. Ao hiato cognitivo entre o que o seu cérebro já construiu e o que precisa de construir, designou de “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP), sendo nessa zona que os professores exercem influência nas aprendizagens dos alunos.

É fácil perceber que o professor consegue contagiar os alunos a mudar de comportamentos e a alimentar o gosto pela aprendizagem. De facto, a palavra ensinar significa uma tentativa de transmitir conhecimentos e competências.

Várias dezenas de estudos têm sido apresentados, com o intuito de nos darem a conhecer quais os fatores que mais têm influenciado os jovens na aprendizagem (Wang et al., 1993, Hattie, 2009). Estes têm desfeito a conceção errada de que o professor não desempenha o papel principal no processo de ensino e aprendizagem e de que todos os professores são iguais.

A figura 4 ilustra os fatores que se julga terem maior efeito na aprendizagem dos jovens (Lopes e Silva, 2011). Observa-se que a influência do professor é superior à de

fatores como o ambiente familiar do aluno ou até o peso do trabalho entre pares. Também é dado um peso significativo (50 %) ao trabalho desenvolvido pelo próprio aluno, já que como é sabido, não se consegue ensinar a quem não colabora ou não quer colaborar ativamente na construção da sua aprendizagem.

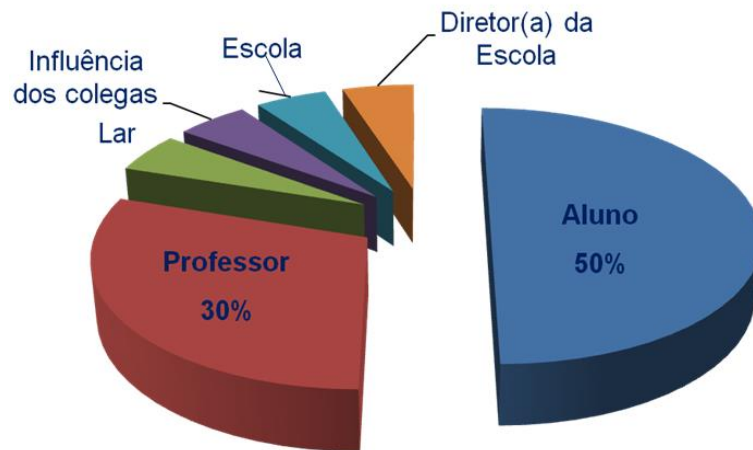


Figura 4 – Percentagem de variância no rendimento escolar (Lopes & Silva, 2011).

Taylor *et al.* (2010) investigaram a influência do professor para dois gémeos verdadeiros (monozigóticos). A escolha da amostra de estudo prendeu-se com a necessidade de garantir que estes possuíam o mesmo potencial cognitivo. Ao longo de um ano estes alunos foram colocados em duas turmas diferentes, que não eram lecionadas pelo mesmo professor. Os diferentes resultados alcançados pelos alunos levaram os investigadores a concluir que a qualidade científica e pedagógica do professor pode, efetivamente, condicionar a manifestação do potencial intelectual do aluno.

A conclusão parece ser óbvia: os professores que possuem não só conhecimento científico e pedagógico, como também uma paixão imensa por ensinar, têm uma influência muito benéfica sobre a aprendizagem dos alunos.

Assim, os professores que fazem a diferença:

- ✓ têm uma compreensão tão profunda dos alunos, que conseguem formular hipóteses para as possíveis causas do insucesso.
- ✓ planificam as aulas adequadas às características dos seus alunos e às conceções prévias diagnosticadas.

- ✓ são mais capazes de improvisar e reformular as estratégias de ensino e aprendizagem, para responder às necessidades dos seus alunos.
- ✓ conseguem antecipar as dificuldades que os alunos poderão encontrar, ao serem confrontados com novos conceitos.
- ✓ interrogam-se e preocupam-se com as razões que levam os seus alunos de não estarem a alcançar o sucesso desejado.

Todos os jovens beneficiam se o foco das estratégias de ensino e aprendizagem se centrarem no desenvolvimento de habilidades do pensamento. Esta abordagem permite que o aluno se envolva no planeamento do seu trabalho, seja criativo e reflexivo. O ambiente mais propício à aprendizagem é aquele em que há uma mente aberta em relação ao pensamento e ao conhecimento, onde os jovens estão dispostos a correr o risco de expressar as suas opiniões e opinar sobre a intervenção dos colegas. Dessa forma, eles começam a valorizar o processo do pensamento, tanto pessoal, como o dos seus pares. O programa *Pensamos Juntos (Thinking Together Programme, Dawes et al., 2000)* foi desenvolvido através dessa premissa.

A figura 5 ilustra as três áreas que sustentam a criação do ambiente em que se acredita que as habilidades de pensamento irão florescer.



Figura 5 – Ambientes que podem influenciar o desenvolvimento das habilidades de pensamento (Adaptado de Vickery, 2016).

No processo de ensino e aprendizagem as perguntas levantadas pelo professor têm um grande potencial pedagógico e são uma das estratégias mais eficazes para envolver os alunos na aula. Uma boa questão, no momento certo, poderá originar uma boa resposta ou abrir caminho para um debate enriquecedor.

As perguntas podem ser dirigidas à turma a um aluno especificamente. As dirigidas à turma, apelam à participação voluntária dos alunos, correndo o risco de os alunos mais inibidos não tomarem a iniciativa de arriscar uma resposta. É importante apelar a uma escuta ativa e que cada um aguarde a sua vez para participar.

No caso da pergunta ser dirigida a um aluno especificamente, um bom professor deverá chamar o destinatário pelo nome.

Todas as respostas dos alunos merecem particular atenção por parte do professor e não apenas aquelas que vão no caminho certo. Frequentemente, uma resposta errada propicia um bom motivo de discussão e a consideração dessa resposta para debate não inibe o aluno para voltar a participar, bem pelo contrário.

De realçar que as questões inesperadas e apresentadas na forma de desafio a desvendar, despertam maior curiosidade e atenção/ concentração por parte dos jovens.

Perguntas adequadas e apresentadas no momento mais oportuno contribuem para:

- ✓ detetar possíveis obstáculos epistemológicos à aprendizagem conceptual.
- ✓ Estimular a atenção/ concentração, nomeadamente dos alunos mais distraídos e conversadores.
- ✓ Desenvolver o espírito colaborativo.
- ✓ Facultar o *feedback* ao professor do nível de aprendizagem alcançado.

A opinião dos professores é unânime, ao reconhecer que é tentador dirigir sempre as questões aos alunos que aparentam maior conhecimento. Porém, os que apresentam mais dificuldades, os mais inibidos e os que optam por ocupar uma posição na sala de aula de pouco destaque, também precisam de um estímulo cognitivo e emocional das perguntas. A falta de solicitação de colaboração destes alunos, poderá gerar um gradual desinteresse e eventualmente, situações de indisciplina.

A tabela 2 ilustra algumas estratégias que podem ser implementadas pelo professor, para que este consiga uma participação mais ativa e eficaz de todos os alunos.

Tabela 2 – Estratégias do professor na apresentação de questões.

(Estanqueiro, 2010)

Tipo de aluno	Estratégias do professor
❖ Tímido	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fazer perguntas simples e diretas. ✓ Apelar aos seus conhecimentos. ✓ Não interromper a sua intervenção. ✓ Valorizar a sua intervenção.
❖ Falador	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Centrá-lo no tema em discussão. ✓ Evitar dirigir perguntas abertas. ✓ Lembrar que os colegas também têm direito a participar. ✓ “Cortar-lhe” a palavra, sempre que necessário.
❖ Agressivo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manter ao autodomínio. ✓ Relativizar as críticas. ✓ Pedir que fundamente as suas intervenções. ✓ Aproveitar os aspetos positivos das suas intervenções.

Como já foi anteriormente referido, garantir que o professor implemente boas práticas educativas traz exigências a nível de envolvimento dos docentes no seu desenvolvimento profissional, mas também do empenhamento dos órgãos de gestão das escolas, na criação das condições ideais para que tal se concretize.

Professores e órgãos de gestão das escolas devem levar em linha de conta os resultados positivos das investigações sobre os fatores que influenciam o ensino e a aprendizagem dos jovens e criar espaços de debate, onde colaborativamente os professores procurem respostas para as seguintes questões:

- ✓ O que está a funcionar bem no ensino?
- ✓ Por que é que está a funcionar bem?
- ✓ Quais os aspetos a melhorar?
- ✓ Quem é que não está a trabalhar para o sucesso educativo dos jovens?

Assim, na escola devem sentir maior abertura para a criação de espaços, onde haja possibilidade de apresentar e discutir os motivos dos fracassos. Portanto, espaços dedicados à reflexão colaborativa e experimentação, onde os professores partilhem as suas crenças, expliquem como ensinam, como os alunos aprendem e confrontem os resultados alcançados pelos seus alunos com os dos diversos trabalhos de investigação.

Assistimos frequentemente os professores a lamentarem-se que as deficientes condições de trabalho (turmas com elevado número de alunos, insuficiência de material de laboratório/ RED) são as causadoras do insucesso dos seus alunos. Porém, dificilmente as opções pedagógicas utilizadas nas salas de aula são mencionadas.

Como sustenta Day (2003), alguns problemas que parecem estar na origem desta realidade situam-se ao nível das culturas profissionais, ou seja:

“Muitos professores ainda trabalham isoladamente, separados dos seus colegas, durante grande parte do tempo. As oportunidades para a melhoria das práticas, através da observação e da crítica, continuam limitadas e, apesar dos melhores esforços dos diretores das escolas para promover culturas colegiais, estas situam-se quase sempre a nível da planificação ou servem para falar do ensino e não para examinar as próprias práticas.”

No Livro Branco da Física e Química – Respostas dos professores/ diagnóstico 2000, recomendações 2002 (Martins *et al.*, 2002), é apresentado um estudo onde participaram 49 % das escolas Portuguesas. Apesar do estudo já apresentar mais de uma década, pensamos que os resultados ainda retratem, pelo menos numa porção significativa, a situação atual do ensino.

Neste trabalho é relatado que a situação internacional em pouco ou nada difere da nacional, já que, tal como citado por Alonso (2012), os professores planificam as suas aulas muitas vezes ou quase sempre, aula a aula (70 %) e fazem-no individualmente (85 %) (figura 6).

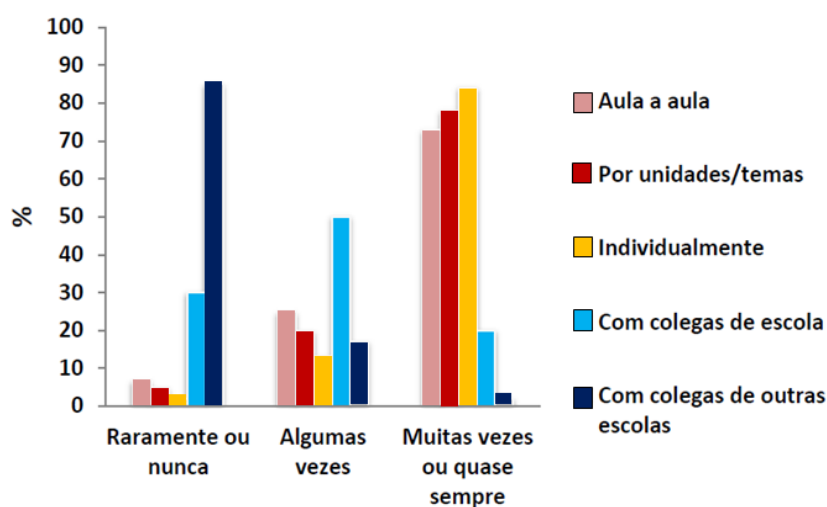


Figura 6 - Metodologia de planificação de aulas (Martins *et al.*, 2002).

Este estudo relata que nas escolas nacionais não impera o espírito colaborativo entre colegas e aquando da planificação de aulas os professores socorrem-se quase exclusivamente do manual adotado, não se apoiando significativamente a outros recursos, como por exemplo, o programa/ Metas Curriculares em vigor.

Há assim, um longo trabalho pela frente no que concerne à mudança das práticas pedagógicas instituídas nas escolas portuguesas e respetivos professores. Nesse sentido, o trabalho que aqui se apresenta deixa algumas pistas do que pode ser feito. Os resultados obtidos podem ser entendidos como um vislumbre da ação do professor na melhoria da aprendizagem dos alunos, associada a uma melhor escolha didática que satisfaz as necessidades educativas e os motiva para a ciência.

4. ATIVIDADES DIDÁTICAS

4.1. ATIVIDADE PRÁTICA DE LABORATÓRIO

“Eu ouço e esqueço, eu vejo e lembro, eu faço e compreendo.”

Confúcio

Uma criança, desde o seu nascimento, tenta desvendar o mundo em que vive. Para tal, observa, ouve, toca e só mais tarde, quando se consegue expressar verbalmente, pergunta. Neste contexto e sendo a Física uma ciência que procura a explicação do mundo natural, a eficaz realização de atividades práticas de laboratório (APL) reveste-se de grande importância para a compreensão dos conceitos (Cachapuz et al., 2000) e aceite como metodologia de ensino que pode gerar frutíferas discussões entre os alunos (Cachapuz, 2000).

Porém, embora seja indispensável que um estudante do Ensino Básico e Secundário tenha aulas num laboratório, este tipo de aulas não é garantia que traga aprendizagem para os estudantes (Hofstein e Lunetta, 2004). Os resultados dos estudos realizados em diversos países e citados por Almeida (2004) mostram que os estudantes, principalmente do género feminino, não valorizam os resultados das aulas de laboratório para a sua aprendizagem.

Alguns autores referem mesmo uma necessidade da reconceptualização da APL, à luz de uma perspetiva construtivista social da natureza da ciência e da aprendizagem (Hodson, 1996). Assim, é necessário repensar o seu papel na educação em ciências e ativar os meios para que ela concretize uma aprendizagem significativa.

No ensino tradicional o trabalho experimental (TE) apresenta uma visão mecanicista, em que os alunos se limitam a seguir as instruções, tipo receita, sem estabelecer uma relação coerente entre os conceitos envolvidos (Lopes e Silva, 2004).

Esta visão conteudística foi já rejeitada pelas linhas pedagógicas, que tencionam dar ao TE um alcance mais ambicioso, como a redescoberta da ciência aliada à construção de estruturas cognitivas e da mudança concetual.

Tal como a pedagogia vigotskiana defende e citado por Gaspar (2014), a aprendizagem não resulta da aprendizagem em si, mas das interações sociais que é

capaz de desencadear. O objetivo fundamental da atividade teórica ou experimental é promover interações sociais que permitam o ensino de determinado conteúdo. Portanto, a opção do TE deve ter como objetivo valorizar as interações sociais em relação ao conteúdo envolvido.

Podemos apontar as seguintes vantagens do TE:

a) papel do aluno.

Atividades em que o professor direciona muito as instruções, tornam-se pobres e desenvolvem pouco as competências dos alunos. Segundo Lopes e Silva (2010), a autonomia dos alunos poderá ser promovida se forem incentivados os seguintes passos: - dar tempo para que os alunos se envolvam suficientemente na realização do TE; - dar pequenas instruções aos alunos, apenas quando estes atingirem pontos de bloqueio; - permitir que os alunos trabalhem colaborativamente e discutam os seus pontos de vista; - ouvir os alunos e não cair na tentação de os interromper, sempre que mencionam algo que não é cientificamente aceite.

Segundo o trabalho de Engle e Conant (2002), os 4 princípios orientadores para promover o envolvimento produtivo dos alunos são: - o professor encorajar os alunos para darem contribuições intelectuais; - dar liberdade aos alunos para se tornarem mais ativos nas suas aprendizagens; - responsabilizar os alunos nas boas práticas de sala de aula; - providenciar os recursos materiais necessários e fontes de informação pertinentes.

b) papel do professor.

O professor é o responsável pelo desenvolvimento académico e social dos seus alunos. Assim, deverá imprimir um ambiente positivo na sua sala de aula, caracterizado por uma escuta ativa, interação, motivação, respeito e realização de um trabalho produtivo.

Segundo Veiga (2010) o aluno melhora os seus resultados académicos quando o professor ao interagir com os seus alunos, lhes dá autonomia, ouve-os com atenção, pede para fundamentarem as suas escolhas/ justificações, valoriza as suas intervenções (destacando os aspetos positivos), elogia a qualidade do seu trabalho e faculta o tempo necessário para o cumprimento das tarefas.

Recorrendo a uma metáfora para tentar explicar o papel do professor, talvez pudessemos compará-lo aos andaimes que suportam exteriormente um edifício

em construção e que vão sendo retirados à medida que a estrutura em construção se vai conseguindo sustentar sem ajuda.

c) ambiente de sala de aula.

O ambiente de sala de aula deverá ser positivo, de forma a potenciar a participação dos alunos, o trabalho colaborativo e à reflexão.

Nem sempre um professor experiente e detentor de competências científicas, consegue pôr em prática as dinâmicas de grupo, tão fundamentais para a realização do TE. Quando tal se verifica, poderá pôr em prática uma metodologia do tipo investigação-ação (Cohen *et al.*, 2010).

A tabela 3 apresenta uma sugestão de critérios orientadores de uma pedagogia para o TE, inspirado na teoria de Vigotski e numa vertente de metodologia de investigação ação.

Tabela 3 – Critérios orientadores de uma metodologia de TE.

(Adaptado de Gaspar, 2014)

Critério	Descrição
❖ Estar ao alcance da zona de desenvolvimento proximal	<p>É importante que a exposição da questão desafio e de toda abordagem esteja adequada ao nível cognitivo dos estudantes.</p> <p>Não é a complexidade do conceito que determina a sua compreensão, mas a atividade/tarefa proposta pelo professor.</p>
❖ Garantir a mediação da aprendizagem por pares mais capazes	<p>A aprendizagem de conhecimento ocorre num ambiente social, em que o professor ou um colega mais apto, guia a atividade de um aluno menos apto. Durante a instrução guiada e à medida que se vão desenvolvendo os conhecimentos e competências do aprendiz, o “guia” vai-lhe transferindo, cada vez mais, o “controlo das operações”.</p>

Critério	Descrição
❖ Garantir a partilha das perguntas e das conclusões alcançadas	Determinados TE têm elementos acessórios - interruptores, fios, entre outros - que não estão propriamente relacionados com o objetivo da tarefa. Neste caso os alunos mais capazes devem tentar centrar a atenção dos restantes colegas nos pontos essenciais a observar e discutir, para que consigam chegar à resposta do desafio inicial.
❖ Garantir a partilha da linguagem científica	Na construção social do conhecimento, todos os aprendizes devem contribuir para estarem familiarizados com a linguagem científica utilizada, bem como com a interpretação de gráficos, esquemas, simbologia específica.

Em face da realidade nacional – elevado número de alunos por turma, programas curriculares muito extensos e heterogeneidade no apetrechamento dos laboratórios de Física – alguns professores terão de fazer escolhas na dinamização de cada um dos TE. Assim, podem optar por uma das duas modalidades de atividades experimentais:

- a) de **demonstração**.
- b) realizadas pelo **aluno** ou **grupo de alunos**.

As atividades experimentais de **demonstração** devem ser planificadas tendo em conta os seguintes critérios:

- ✓ montagem - devem ser levadas para a aula já preparadas e testadas previamente, para evitar possíveis imprevistos.
- ✓ tempo de apresentação - deve ser inferior ao tempo total da aula, deixando “espaço” para as observações, discussão e esclarecimento de dúvidas. Experiências cuja obtenção dos resultados se estendem por um longo intervalo de tempo devem ser evitadas.
- ✓ observação dos resultados - o professor deve garantir que todos os alunos conseguiram observar os resultados.

- ✓ visibilidade - os equipamentos de laboratório devem ter a dimensão mais adequada para que as observações sejam alcançadas por todos.
- ✓ eficiência dos equipamentos - caso os equipamentos estejam mal montados ou em mau estado de conservação (por exemplo, *kit* de circuitos elétrico oxidados ou com maus contactos), os alunos podem desviar o foco da sua atenção para pontos acessórios e pôr em causa o processo social a que a aprendizagem assim o exige.
- ✓ Intervenção do professor - deverá ser sempre efetuada pelo professor, caso se tratar de uma experiência que acarreta riscos ou se caracterize por um elevado nível de complexidade. Porém, se não for esse o caso, será muito mais produtivo que seja apresentada por um aluno ou grupo de alunos.

No caso de atividades experimentais **realizadas por um aluno ou grupo de alunos** devem seguir-se os seguintes aspetos:

- viabilidade da montagem - o professor deve comprovar previamente a qualidade dos equipamentos necessários, o tempo necessário para a realização da respetiva atividade e avaliar a riqueza da atividade na consecução dos objetivos pretendidos.
- tempo de apresentação - é importante que tenha a duração estritamente necessária, para que se consiga deixar tempo para o debate de ideias.
- prontidão do professor para dar solução às dúvidas dos alunos - é sabido que apesar de ser exigido ao professor uma boa preparação pedagógica e científica, pode acontecer uma situação em que este não consiga responder de imediato ao aluno. Nesse caso, deverá procurar a resposta cientificamente correta e comunicá-la posteriormente ao aluno.

Do que foi exposto anteriormente, podemos concluir que caso o TE seja bem explorado e orientado, poderão advir daí vantagens para o aluno. Esta atividade irá permitir que o aluno consiga não só construir uma estrutura mental mais rica, como desenvolver a capacidade de compreender os conceitos e também os princípios de montagem e funcionamento dos equipamentos.

4.2. RECURSOS EDUCATIVOS DIGITAIS

“Um computador não substitui um professor, mas um professor que saiba de computadores pode substituir outro que não saiba.”

Paiva, 2012

A elevada taxa de insucesso na disciplina de Físico-Química (FQ) e em particular na componente de Física, deixa a descoberto as dificuldades que os alunos sentem na compreensão dos respetivos conceitos. Esta constatação refere-se à realidade nacional e internacional e os fatores que estão na origem desta situação ainda não se encontram bem evidentes, o que tem dificultado a procura de soluções remediadoras.

Na opinião de Fiolhais et al. (2003) as razões do insucesso na aprendizagem da Física têm como responsáveis tanto o professor como o aluno. Ao professor, porque em geral aplica metodologias de ensino desajustadas às teorias de aprendizagem mais inovadoras e não utiliza eficazmente os meios tecnológicos modernos. Ao aluno são apontadas características problemáticas, tais como poucos conhecimentos de matemática, um insuficiente desenvolvimento cognitivo e a existência de conceções prévias muito resistentes e não concordantes com uma lógica científica.

Para além disso, os alunos consideram a Física muito complexa, dada o seu elevado grau de abstração, o que torna a sua aprendizagem pouco intuitiva. De realçar que os alunos mais novos são os que manifestam maior dificuldade na compreensão dos conceitos abstratos.

A necessidade de contrariar os índices de insucesso da Física causados pela dificuldade de aquisição de conhecimentos, impulsionou a diversificação de metodologias de ensino e aprendizagem e o uso mais frequente do computador em sala de aula.

Educar na sociedade de informação impõe novos desafios que passam pela definição de objetivos, repensar as metodologias de ensino e a busca incessante de formação contínua de professores. O foco de atenção do ensino passou a ser o aluno, já que é ele a “força motriz” de toda a mudança.

Os alunos que frequentam os ensinos Básico e Secundário das escolas do século XXI são frequentemente intitulados de “*zap generation*” (Paiva, 2003). Estes jovens são oriundos da era digital e dominam frequentemente o telemóvel, o computador e a

internet. Aliás, já estão tão acostumados à sua utilização diária que já não concebem passar sem eles.

Estes “novos” jovens sentem a necessidade de manter um estilo de vida ativa, estando constantemente em contacto com os seus pares e por vezes, desenvolvem a capacidade de realizarem várias atividades em simultâneo.

Esta geração é por vezes classificada de hiperativa e demonstra dificuldades de se concentrar durante muito tempo numa determinada atividade, nomeadamente quando esta é unidirecional, isto é, se exige do aluno um papel passivo que consiste em ouvir e observar.

Segundo Glasser, os alunos aprendem mais se forem eles a fazer e refere ainda que

“A boa educação é aquela em que o professor pede para que seus alunos pensem e se dediquem a promover um diálogo para promover a compreensão e o crescimento dos estudantes”.

Impõe-se, portanto, à escola do século XXI a gradual substituição do “*broadcast learning*” para “*Interactive learning*” (Tapscott, 1998).

Esta geração é substancialmente diferente da anterior e exige, por parte dos intervenientes do processo educativo, que se tire partido das suas características mais positivas – a necessidade de manter um papel ativo nas aulas, o fascínio pelos desafios, o espírito colaborativo, a curiosidade e o domínio das novas tecnologias.

Neste contexto, “as novas tecnologias poderão constituir ferramentas de trabalho, meios de descoberta e formação de conceitos e instrumentos de resolução de problemas” (Ponte, 1997).

Ressalvamos também que a utilização de Recursos Educativos Digitais (RED) pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem, mas não garante certezas de sucesso pleno.

A este propósito, poderemos relembrar a analogia efetuada por Seymour (1999) e citado por Fiolhais e Trindade (2003), entre o lápis e o computador. Numa conferência intitulada “Diversidade na aprendizagem: uma visão para o novo milénio”, o autor refere:

“Imaginemos uma sociedade na qual havia escolas, mas a escrita ainda não tinha sido inventada. Por isso, não havia nem livros nem lápis. Todo o ensino era feito por transmissão oral. Um dia alguém inventa a escrita e o lápis e pensou-se que iria ser o princípio da revolução na aprendizagem. Foi então decidido colocar um lápis em cada sala de aula. A essência do lápis não é algo que possa ser utilizado tendo acesso apenas algumas horas por semana ou

mesmo por dia, mas sim todo tempo sempre que for preciso, sem necessidade de deslocação em certas horas a determinados lugares. Trata-se de um instrumento pessoal e o mesmo irá acontecer com os recursos tecnológicos. Serão os lápis do futuro, na medida em que serão utilizados em qualquer lugar, sempre que forem necessários e para uma diversidade de propósitos. E, quando for possível, veremos que as pessoas os usarão de formas muito, muito diferentes.”

Para Mucchielli (1988) os principais problemas de utilização das novas tecnologias no ensino têm natureza material e pedagógica.

No que concerne aos problemas de ordem material destaca:

- ✓ O facto do *software* se tornar rapidamente obsoleto.
- ✓ A disponibilidade de *hardware* (nas escolas portuguesas, os alunos não possuem um computador pessoal para cada um).
- ✓ Manutenção de equipamentos.
- ✓ Velocidade de ligação à internet.

No que concerne aos problemas de ordem pedagógica destaca:

- ✓ Dificuldade de obtenção de REDs que promovam uma aprendizagem ativa num ambiente colaborativo.
- ✓ Falta de rigor científico dos REDs.
- ✓ Falta de formação contínua de professores para utilizarem as novas tecnologias. (Na verdade, de nada vale recorrer ao melhor *hardware* e *software* na sala de aula se o professor não estiver minimamente informado de como o explorar e tirar partido das suas potencialidades.)

Para tentar diluir os problemas de ordem material e pedagógica associados aos REDs e respetiva exploração, seria recomendável que os manuais escolares portugueses do Ensino Básico e Secundário incluíssem roteiros de exploração de *software* educativo (RESE) e roteiros de exploração de vídeo educativo (REVE).

Estes roteiros revestem-se de grande importância aquando da exploração de RED em contexto de sala de aula, podendo ser um elemento chave na promoção da aprendizagem significativa.

Nestes guiões o professor terá a possibilidade de colocar questão(ões) desafio, indicações de como aceder ao *software* ou vídeo educativo, sugestões de exploração para cada nível de escolaridade, questões e eventualmente um campo final dedicado

à avaliação por parte do aluno do RED e da sua exploração na aula. Este *feedback* dado pelo aluno irá permitir ao professor efetuar os reajustes necessários para que sejam alcançadas aprendizagens efetivas.

Na opinião de Paiva e Costa (2005)

“os roteiros de exploração podem potenciar a eficácia das ferramentas digitais, convidando os alunos a “mastigar” o *software* (em vez de o “engolir”).

Segundo Paiva et al. (2012) os roteiros devem apresentar algumas das seguintes características:

- ✓ conseguir o justo equilíbrio entre a liberdade construtivista e a mínima orientação.
- ✓ misturar “dicas” de natureza operacional com outras reflexivas.
- ✓ incluir, principalmente para alunos mais novos, *print-screens* que ajudem na transição *software* educativo - roteiro de exploração.
- ✓ encorajar a discussão.
- ✓ ter complexidade crescente.
- ✓ ser em papel ou em formato digital.
- ✓ ser flexível, adaptando-se aos vários perfis de alunos (ter várias perguntas opcionais e instruções “de salto”, por exemplo).
- ✓ sugerir que os alunos acompanhem a exploração com registos pessoais, em papel ou no computador.

Em 2010, Paiva e Costa realizaram um estudo piloto, com uma amostra de 54 alunos de 10.º ano, de uma escola da Póvoa de Varzim. Os objetivos deste estudo eram: i) verificar o impacto da exploração do *software* Le Chat II (simulação do Equilíbrio Químico), em detrimento de uma metodologia tradicional e ii) investigar se havia melhorias de aprendizagem quando, na exploração da simulação, se facultava adicionalmente o roteiro.

A amostra foi dividida nos seguintes três grupos:

- ✓ Grupo de Controlo (GC) – os alunos não tiveram acesso ao *software* educativa e a exploração em aula da temática Equilíbrio Químico foi efetuada segundo uma metodologia completamente tradicional.
- ✓ Grupo Experimental 1 (GE1) – os alunos utilizaram o *software* educativa Le Chat II, com roteiro de exploração.
- ✓ Grupo Experimental 2 (GE2) – os alunos utilizaram o *software* educativa Le Chat II, sem roteiro de exploração.

Este estudo, realizado já há mais de uma década, permitiu concluir que a utilização de roteiro auxilia positivamente a exploração de *software* educativo. Porém, os resultados alcançados também nos alertam para o facto de que nem sempre o recurso aos REDs promovem melhores aprendizagens face a metodologias tradicionais.

Em suma, a eficaz exploração dos REDs, auxiliada por roteiros, podem tornar o ensino das Ciências mais atraente e ilustrativo, proporcionando assim um maior envolvimento dos alunos nas aulas.

Os REDs devem ser assim utilizados como uma metodologia adicional e nunca substituir o trabalho experimental. Compete ao professor diversificar os recursos, ponderar a metodologia mais adequada para explicar cada conteúdo e nunca omitir as respetivas limitações de cada um dos métodos.

Seguidamente apresentam-se as potencialidades de alguns REDs e sugestões eficazes para a sua aplicação.

4.2.1. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

“O recurso a simulações computacionais, salvaguardadas as devidas limitações e descritas as diferenças com o real, pode ser um modo de representar os sistemas e a sua evolução e assim, diminuir a abstração necessária para compreender os conteúdos.”

João Paiva & Carla Morais

A proliferação de computadores nas salas de aula, a grande variedade de simulações computacionais de elevado rigor científico e o seu fácil acesso tem contribuído para que muitos investigadores, no âmbito de dissertações de mestrado e doutoramento, levassem a cabo estudos sobre o impacto da utilização de simulações computacionais, usando *software* educativo.

De uma forma geral, advoga-se para os benefícios das simulações computacionais, como complemento à realização de atividades experimentais. Porém, escasseiam ainda estudos que relatem a forma como devem ser exploradas as simulações computacionais, conducente a uma melhoria das aprendizagens significativas (Rutten et al., 2012).

A exploração das simulações computacionais em aula torna o aluno como um agente ativo e responsável pelas suas aprendizagens, pois proporciona um ensino interativo e se o professor privilegiar a ideias defendidas por Ausubel, poderá ainda potenciar uma mudança conceptual.

Para além disso, as simulações computacionais permitem diversificar as metodologias de ensino e aprendizagem e auxiliar os alunos que sentem que a falta de bases de Matemática condiciona o seu aproveitamento escolar na área da Física:

“A modelagem computacional aplicada a problemas de Física transfere para os computadores a tarefa de realizar cálculos – numéricos e/ou algébricos – deixando o físico ou o estudante de Física com maior tempo para pensar nas hipóteses assumidas, na interpretação das soluções, no contexto de validade dos modelos e nas possíveis generalizações/expansões do modelo que possam ser realizadas.” (Araújo, 2005).

As simulações computacionais poderão ser bastante úteis, principalmente quando a experiência laboratorial apresenta alguns constrangimentos:

- ✓ Impossível de ser reproduzida na aula (por exemplo, a descida de um astronauta na Lua, reações nucleares, fenómenos astronómicos – Russel, 2001).
- ✓ Não oferece condições de segurança (algumas experiências de Física podem acarretar elevados riscos elétricos, que não devem ser descurados).
- ✓ Não apresenta uma duração adequada para a sua realização e discussão na sala de aula (Medeiros e Medeiros, 2002).
- ✓ Exige a aquisição de equipamento(s) de laboratório muito dispendioso(s) (Carvalho et al., 2012).

Embora seja claro o inegável potencial das simulações computacionais, o professor terá de ter a noção que em determinadas situações estas podem trazer “ruído” para o processo de ensino e aprendizagem da Física e distorcer a justificação dos fenómenos científicos. Na verdade, um sistema real é extremamente complexo e a construção da grande maioria das simulações baseia-se num modelo altamente simplificado, que deturpa determinados fenómenos físicos. Esta ideia é defendida por Medeiros e Medeiros (2002), ao afirmarem que:

“Uma animação não é, jamais, uma cópia fiel do real. Toda animação, toda simulação está baseada em uma modelagem do real. Se essa modelagem não estiver clara para professor e educando, se os limites de validade do modelo não forem tornados explícitos, os danos potenciais que podem ser causados por tais simulações são enormes. Tais danos tornar-se-ão ainda maiores se o modelo contiver erros grosseiros.”

Conscientes destas reais limitações, caberá ao professor a tarefa de seleção da(s) simulação(ões) que apresente(m) um modelo físico ilustrativo do fenómeno e que permita ao aluno compreender os conceitos, para que este consiga estabelecer relações cientificamente corretas (Fiolhais e Trindade, 2003).

Uma boa simulação computacional deve obedecer ao modelo dos três A’s, tal como defendido por Redish (2001) e citado por Carvalho *et al.* (2012). A figura 7 ilustra esses requisitos que podem auxiliar o professor na seleção da simulação computacional.



Figura 7 – Características de uma simulação computacional (Modelo dos 3 A's).
(Carvalho et al., 2012)

Podemos encontrar diversas fontes de experiências virtuais para o ensino da Física, das quais destacamos o projeto *PHET* (<http://phet.colorado.edu/pt/>), as *Physlets* (www.fc.up.pt/physletspt/ebook), a Casa das Ciências (www.casadasciencias.org), o portal Mocho (www.mocho.pt), o projeto *Open Source Physics* (OSP) e o software *Modellus* (<http://modellus.co/index.php?lang=pt>) e *Easy Java/ JavaScript Simulations* (<http://fem.um.es/Ejs/>).

As simulações computacionais podem ser classificadas em duas categorias: **i)** demonstrativas e **ii)** investigativas (Carvalho et al., 2012). Nas primeiras o utilizador não tem a possibilidade de alterar as variáveis e servem para ilustrar a evolução temporal de um fenómeno físico. A figura 8 retrata um exemplo de uma simulação demonstrativa, em que o aluno se poderá familiarizar com os fenómenos elétricos.

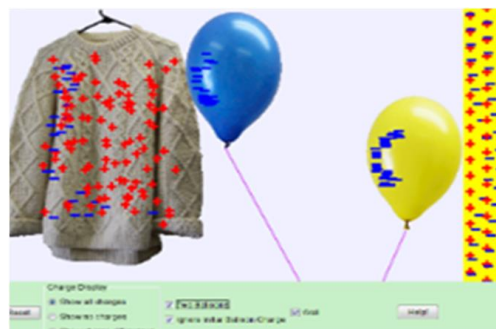


Figura 8 – Exemplo de uma simulação demonstrativa.
(http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons)

Nas simulações investigativas, o utilizador poderá alterar as variáveis, permitindo que o aluno consiga estabelecer relações entre elas. Neste caso, o aluno terá maior liberdade para desenvolver o espírito crítico e consequentemente, o nível de interação será superior.

A figura 9 ilustra um exemplo de uma simulação investigativa, em que, fazendo deslizar os cursores, o aluno pode estabelecer a relação entre as grandezas físicas: resistência elétrica, tensão e corrente elétrica.

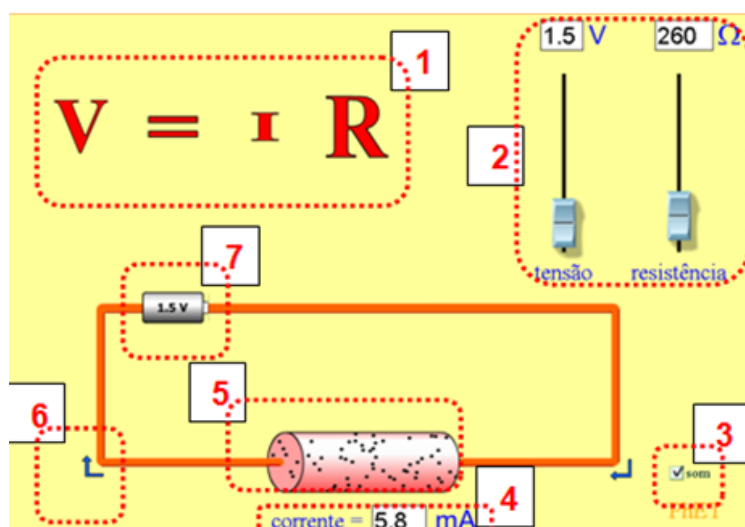


Figura 9 – Exemplo de uma simulação investigativa
(http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ohms-law)

As simulações computacionais, sejam elas de carácter demonstrativo ou investigativo, devem desenrolar-se nos três seguintes momentos pedagógicos (Delizoicov e Angotti, 1994):

- ✓ Problematização inicial – apresentam-se questões desafio para discussão prévia entre pares e registam-se as previsões. Esta etapa tem por objetivo motivar o aluno, mas acima de tudo contribuir para que este consiga estabelecer relações entre os conteúdos científicos e os fenómenos do dia-a-dia que tem dificuldade de interpretar.
- ✓ Organização do conhecimento - o professor sugere uma orientação metodológica de exploração da simulação, recorrendo a um roteiro, para que o aluno consiga dar resposta às questões inicialmente lançadas e apresente eventuais dúvidas.

- ✓ Aplicação do conhecimento – neste momento o aluno terá a capacidade de aplicar o conhecimento adquirido a outras situações do dia-a-dia.

Segundo aqueles autores, este momento

“Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento.”

Estes três momentos pedagógicos encerram uma oportunidade para que o aluno, de forma interativa e colaborativa, discuta criticamente as suas previsões/observações/conclusões, com vista à (re)construção de saberes científicos.

Atualmente, os professores têm à sua disposição uma grande diversidade de simulações computacionais, em diversas plataformas informáticas: flash, java, *javascript*, HTML5, etc. Algumas destas simulações correm a partir do próprio computador, outras necessitam de uma ligação à internet. O professor deve, assim, decidir qual o recurso que melhor se adequa às condições da sua escola e dos seus alunos. Todavia, o mais importante é que ele encare as simulações como mais uma ferramenta para o ensino e aprendizagem e não como um meio em si mesmo que garante o sucesso. A forma como esse recurso educativo é aproveitado dentro e/ ou fora da sala de aulas, é a chave do sucesso educativo e deve, assim, ser o grande motivo de reflexão de qualquer docente.

4.2.2. VÍDEO EDUCATIVO

“Cinquenta por cento do que aprendemos são através da visão e da audição, dois sentidos naturais perfeitamente contemplados nas aplicações vídeo.”

Norbis

Ao longo da história os vídeos educativos têm vindo a auxiliar o processo de ensino e aprendizagem da Física. Segundo Cinelli (2003), os meios audiovisuais não se cingem a reproduzir o discurso, consistem antes na combinação frutífera da imagem e do som. Em Portugal, o alargamento da escolaridade obrigatória de quatro para seis anos originou a necessidade de criar um sistema de ensino à distância para determinadas escolas situadas em locais mais recônditos. Foi então que, em 1964, surgiu ao que inicialmente se chamou de Tele Escola, tendo seguidamente sendo atribuídas as designações de Ciclo Preparatório TV e finalmente de Ensino Básico Mediatizado (EBM).

Entretanto, o vídeo educativo começou a ser introduzido nas escolas na década de 80, fruto do surgimento de videogravadores como preços sucessivamente mais económicos, nos sistemas Beta e VHS. Na altura, tirou-se partido do facto de ser possível adquirir as cassetes a um preço reduzido e da possibilidade de (re)gravar nelas programas televisivos. Tais condições potenciaram que as escolas se apetrechassem com videotecas, onde era possível requisitar recursos audiovisuais das mais diversas áreas de conhecimento.

Assim, em 1988, a Tele Escola deixou de se suportar nas emissões de televisão, para passar a recorrer às videocassetes de VHS (o sistema Beta, mais caro e patenteado pela SONY, não era muito popular).

Paralelamente, as restantes escolas públicas reconheceram os bons exemplos com este modelo de ensino à distância e também elas reproduziram as boas práticas educativas, tendo movido esforços na criação de anfiteatros, aquisição de televisores, videogravadores, câmaras de vídeo (em alguns casos) e mais tarde, com o desabrochar da Era Tecnológica, foram adquiridos computadores.

Em síntese, a partir da década de 90 verificou-se uma evolução significativa no acesso das escolas aos meios audiovisuais e tecnológicos, permitindo que estes fossem

deslocados para todas as salas de aula, ao invés da necessidade de deslocar os alunos.

Num artigo publicado na Gazeta da Física, intitulado “Vídeos para o ensino da Física e Química”, Gonçalo Figueira deixa-nos a seguinte questão

“Se os adolescentes passam muito tempo a navegar na internet, por que não aproveitar para os incentivar a aprender Física e Química através desse meio?”

Figueira (2007) refere também que Carlos Portela, enquanto professor de Física e Química de uma Escola de Ensino Básico e Secundário da Figueira da Foz, sentiu que através de um simples clique os seus alunos podiam ter acesso a um manancial de vídeos de grande qualidade. Porém, estava ciente que estes se encontravam dispersos pela internet e daí a necessidade de criar uma página, onde fosse possível alojar os melhores e categorizá-los por temas (Energia, Luz, Som, Relatividade Geral, entre outros) e ano (desde o 7.º até ao 12.º ano de escolaridade). Desta necessidade, foi criado o sítio web português “*Vídeos para o Ensino da Física e Química*”, com o endereço: <http://ensinofisicaquimica.blogspot.com>. Este professor é um adepto de uma aprendizagem apoiada em conteúdos multimédia, tendo referido que

“A página surgiu como resultado dos recursos de ensino que utilizo com os meus alunos, quer em contexto de sala de aula, quer em atividades em ambientes computacionais. Alguns destes vídeos foram utilizados em atividades formativas, sobretudo mini-testes, que desenvolvi na plataforma *Moodle* em que interajo com os meus alunos. A partir de certo momento decidi que seria bom partilhar esses recursos com a comunidade educativa.”

Antes da aplicação do vídeo é importante que o professor decida o tipo de abordagem que pretende fazer. Caso opte por uma pedagogia mais tradicional, o vídeo apenas terá a função transmissiva de conhecimentos, mas agora por um outro autor que não o professor. Neste caso, toda a “riqueza” que poderá ser extraída durante e após a sua visualização será provavelmente descurada.

Para que se faça uma utilização adequada destes recursos é importante que inicialmente o professor se aproprie do recurso educativo, verifique o seu rigor científico e pedagógico, a qualidade do som e imagem e caso pretenda explorar só uma porção do vídeo, poderá deixá-lo previamente no ponto de exibição. No final da sua exibição, o professor pode sugerir o debate de ideias e o resumo das conclusões alcançadas, para alunos pertencentes a um ensino de escolaridade mais baixo,

poderá sugerir que estes respondam a questões de um roteiro de exploração, cuja sequência de conteúdos seja coincidente com a do vídeo.

Na opinião de Ferrés (1996), um bom vídeo pode ser utilizado para introduzir um novo assunto, aguçar a curiosidade dos alunos e motivar para o estudo de novos temas.

Segundo Cinelli (2003), algumas das vantagens associadas ao vídeo educativo são as seguintes:

- ✓ O utilizador poderá explorá-lo, quase como se estivesse a folhear um livro interativo, tendo a possibilidade de fazer avanços, pausas e recuos; dando igual oportunidade de compreensão dos conceitos a todos os alunos, mesmo para aqueles que apresentam um ritmo de aprendizagem mais lento.
- ✓ Pode auxiliar na exploração dos conteúdos programáticos, clarificando fenómenos científicos mais abstratos, impossíveis de visualizar e/ou ouvir à escala humana ou no caso de situações em que o tempo da aula é insuficiente para a realização da atividade experimental. A título de exemplo, podemos referir que com o vídeo, o aluno poderá “viajar” até ao espaço sideral, compreender a constituição de um átomo, familiarizar-se com o mecanismo de passagem de corrente elétrica, entre outros.
- ✓ Numa ótica mais pedagógica, o vídeo irá estimular a participação dos alunos e as práticas colaborativas na sala de aula. A troca de experiências, ideias e conclusões irá criar uma nova visão do processo de ensino e aprendizagem. A necessidade de autorreflexão das suas aprendizagens, da compreensão dos diferentes pontos de vista, do alargamento do léxico científico, do desenvolvimento da capacidade de argumentação, entre outros, podem constituir alguns elementos positivos como consequência desta forma de atuação.
- ✓ O vídeo educativo poderá possibilitar a identificação e desconstrução das conceções prévias dos alunos, bem como aplicar os conhecimentos adquiridos a outras situações do dia-a-dia, não contempladas neste recurso educativo.

Do acima exposto, podemos referir que existe uma panóplia de recursos multimédia à disposição do professor que visam facilitar a aprendizagem dos alunos. Os vídeos e os demais recursos multimédia podem, assim constituir boas ferramentas para servir de complemento ao ensino tradicional (Leão, 1999).

Na opinião de diversos investigadores (Lowe, 2002; Mayer, 2003; Gee, 2005; Kalyuga, 2005; Mayer, 2005 e Sweller, 2005) e citado por Lopes e Silva, 2011, os alunos aprendem melhor quando:

- ✓ Se valoriza a combinação de vários meios para ilustrar a informação, por exemplo, se associa a palavra e as imagens.
 - ✓ As palavras, os textos e a imagem se encontram “próximas” umas das outras, facilitando a construção de um referencial de construção entre eles.
 - ✓ As palavras e as imagens surgem simultaneamente em vez de sequenciadas; caso contrário irá constituir um motivo *distrator* dos alunos.
 - ✓ A informação verbal apresenta-se na versão áudio e não textual.
 - ✓ O aluno tem a oportunidade de demonstrar o que aprendeu logo após a apresentação do vídeo. Deve ser dada a oportunidade ao aluno de interligar o que aprendeu com as suas vivências do dia-a-dia. Outra estratégia a auxiliar o aluno a integrar o novo conteúdo é proporcionar-lhes a oportunidade de trabalhar colaborativamente com os seus pares e de ter a possibilidade de expor os seus argumentos.
 - ✓ São fornecidas ao aluno contínuas informações do seu nível de progresso escolar. O *feedback* é uma parte importante no processo de ensino e aprendizagem do aluno. Fornecer o *feedback* poderá reforçar o que já foi aprendido, alertar para possíveis incorreções científicas e auxiliar na identificação de conceções prévias. O *feedback*, quer numa modalidade mais formal ou informal, é mais eficaz quando é frequente e imediato.
- Neste ponto, ressaltamos também que por vezes, a mensagem que é transmitida pelo professor nem sempre é entendida de igual forma pelos alunos. Por isso, o professor deverá procurar adequar a sua linguagem à utilizada pelo aluno, sob pena da informação essencial não ser apreendida.
- ✓ A complexidade dos materiais aumenta e o impacto da manipulação direta dos materiais de aprendizagem (animação, ritmo) na transferência do conhecimento também aumenta (figura 10).

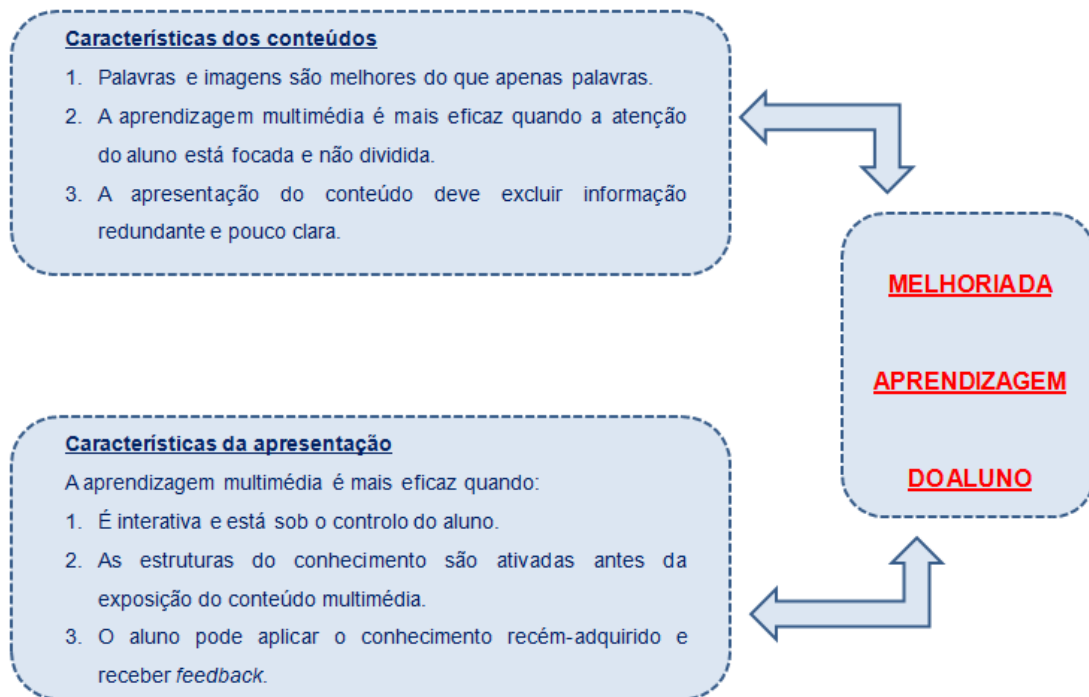


Figura 10 – Princípios do vídeo na melhoria das aprendizagens do aluno.
 (Adaptado de Lopes & Silva, 2011)

4.2.3. QUIZ COMO JOGO DIDÁTICO

“Os jogos didáticos...para além do aspeto motivacional, treinam o raciocínio lógico e constituem uma espécie de material de apoio interativo diversificado, pelo qual os alunos demonstram ter grande apreço.”

Paiva & Morais, 2012

Apesar da existência de inúmeros meios tecnológicos ao dispor do professor de Física, este ainda se depara com dificuldades em motivar os alunos para a aprendizagem. Impõe-se a necessidade de rentabilizar os meios materiais e tecnológicos existentes nas salas de aula, diversificando estratégias de ensino e aprendizagem, com o intuito de contagiar os alunos pelo prazer de compreender o mundo onde nos inserimos.

É sabido que a aplicação de metodologias ativas exige da parte do professor um trabalho acrescido, quando comparado com o ensino tradicional. Porém, quando o docente sai da sua rotina de mero transmissor e da sua zona de conforto, poderá também alcançar um retorno bastante gratificante e compensatório.

Os jogos educativos com finalidade pedagógica podem alimentar nos jovens um fascínio por aprender, que ao se embrenharem com o cariz lúdico-didático dos jogos nunca mais esquecem e nunca mais deixam de gostar de jogar.

Na opinião de alguns investigadores nacionais e internacionais (Fialho, 2007; Paiva *et al.*, 2012; Gil *et al.*, 2013), o jogo didático proporciona uma atividade desafiante para a mente, facilitando o processo de ensino e aprendizagem e na opinião dos alunos, são prazerosas e interessantes.

Quando o aluno é colocado perante o jogo didático, é despertado o interesse de vencer, pois as competições e os desafios são situações que mexem com os nossos impulsos, tal como defende Silveira (1998)

“[...]os jogos podem ser empregados em uma variedade de propósitos dentro do contexto do aprendiz. Um dos usos básicos e muito importantes é a possibilidade de construir-se a autoconfiança. Outro é o incremento da motivação.

[...]um método eficaz que se possibilita uma prática significativa daquilo que está sendo aprendido. Até mesmo o mais simples dos jogos pode ser

empregado para proporcionar informações factuais e praticar habilidades, conferindo destreza e competência.”

É importante que o professor alerte os alunos para a necessidade de encararem o desafio de forma responsável, mas também como uma disputa divertida.

Na opinião de Fialho (2007)

“A exploração do aspeto lúdico pode-se tornar uma técnica facilitadora na elaboração de conceitos, no reforço dos conteúdos, na sociabilização entre os alunos, na criatividade e no espírito de competição e cooperação, tornando esse processo transparente, ao ponto que o domínio sobre os objetivos propostos na obra seja assegurado.”

Infelizmente, nos tempos que correm a nossa sociedade ainda faz a grande dissociação entre o lúdico e o educativo. Repare-se, a título de exemplo, que nas escolas o espaço do recreio é apenas associado aos momentos de diversão e as salas de aulas vocacionadas para o estudo. É fulcral que o professor se dê conta que nas salas de aulas os alunos precisam de muito mais do que escrever, ler e resolver problemas.

Segundo Gil *et al.* (2013), os objetivos associados aos jogos didáticos são os seguintes:

- ✓ desenvolver a sociabilidade, a criatividade e as inteligências múltiplas.
- ✓ Desenvolver a capacidade de atenção/ concentração.
- ✓ Participar ativamente na tarefa.
- ✓ Fortificar laços de amizade entre pares.
- ✓ Autoavaliar os conhecimentos.
- ✓ Consolidar os conteúdos previamente aprendidos.
- ✓ Adquirir novas habilidades.
- ✓ Aceitar e respeitar as regras.
- ✓ Fazer as próprias descobertas por meio do jogo.
- ✓ Aumentar a autoestima e autoconfiança.
- ✓ Saber lidar com frustrações.

No ato de implementação do jogo didático na sala de aula, o professor deverá adotar os seguintes procedimentos (Fialho, 2007):

- ✓ A experimentação prévia do jogo – o professor deverá testar antecipadamente se todos os comandos e/ ou peças estão a funcionar de acordo com o previsto e planificar a metodologia pedagógica a implementar.

- ✓ Síntese dos conteúdos programáticos – a apresentação do jogo à turma é mais benéfica após a exploração dos conceitos, por isso, será de todo conveniente que o professor solicite aos alunos que façam a revisão dos conteúdos, respondendo a um conjunto de questões orais.
- ✓ Verificação das regras – quando o aluno não compreende as regras começa a perder o interesse. Por isso, é necessário que estas sejam claras e que o professor se certifique que não há qualquer dúvida.
- ✓ Pontuação do jogo – este é um ponto muito importante, já que é o maior fator motivacional do aluno. A pontuação provoca no aluno o “sabor” da competição, o desejo de não querer perder e uma atitude de euforia.

Para o ensino da Física, o professor poderá recorrer ao *software Hot Potatoes* para a criação de *Quizzes* (questionários de seleção), com a possibilidade de apresentar ao aluno a sua pontuação, sugestões de resposta e ativar a função que permite limitar o tempo.

O *Hot Potatoes* é um programa de origem canadiana que foi desenvolvido pela Universidade de Vitória.

Para fazer o *download* gratuito do programa basta aceder ao site da Universidade de Vitória, mais concretamente digitando o endereço: <http://web.uvic.ca/hrd/hotpot>.

As suas ferramentas permitem a criação de exercício digitais diversos (figura 11), tal como: exercícios de preenchimento de espaços (*JCloze*), exercícios de correspondência (*JMatch*), sopa de palavras (*JMix*), palavras cruzadas (*JCross*), exercícios de escolha múltipla (*JQuiz*) e exercícios que permite a compilação de todos os anteriores num só (*The Masher*).



Figura 11 – Template do *software Hot Potatoes*

Um ponto forte deste programa é a possibilidade de apresentar ao aluno exercícios de correção automática, permitir o desenvolvimento da autonomia dos alunos e obter um *feedback* imediato das suas aprendizagens. Para além disso, como podem ser integrados em plataformas de aprendizagem *online* (selecionando o botão “exportar para criar uma página Web *Hot Potatoes*), como por exemplo no *Moodle*, ou disponibilizá-los na versão *offline*, o aluno poderá voltar a resolver os exercícios sempre que necessitar.

Para o professor também traz benefícios, já que poderá poupar-lhe tempo e esforço na correção de fichas/ atividades e tomará a noção mais exata do nível de aprendizagem dos seus alunos, estando ao seu alcance proporcionar-lhes um ensino mais à sua “medida”.

O uso deste *software* pode melhorar o processo de ensino e aprendizagem e encaminhar professor e aluno para o universo digital.

No contexto internacional, o professor de Física Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA), tem sido destacado como uma referência mundial na aplicação de metodologias ativas, com recurso a testes conceptuais na modalidade de *Quizzes*.

Esta estratégia de ensino e aprendizagem, intitulada de *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas – IpC), foi desenvolvida na década de 90 do século passado e desde então, tem vindo a ser aplicada nos mais diversos níveis de escolaridade e em inúmeros países.

Quando lecionou pela primeira vez a cadeira de introdução Física, Eric Mazur teve a preocupação de preparar umas notas de aulas, que davam ao aluno a informação mais concisa e detalhada do que a constava no manual adotado. Estes documentos eram facultados no final de cada aula.

No meio do semestre deparou-se com alunos a solicitarem que o professor tentasse facultar as notas antes das aulas, para que estes pudessem, durante a aula, estar mais concentrados para tentarem perceber a matéria, em vez de estarem continuamente com a preocupação de transcrever o que o professor havia escrito no quadro. No ano seguinte Mazur atendeu aos seus pedidos e eis que mesmo assim, tinha alunos a reclamar pelo facto de considerarem que as suas aulas eram apenas uma reprodução exaustivas das notas de aula e não traziam nada de novo.

Apesar de no primeiro momento o sentimento ter sido de frustração, após uma pequena investigação, ele deu-se conta que esta modalidade de ensino transmissivo não iria produzir uma desejável mudança concetual. Reconheceu inclusive que se as

aulas que lecionava não fossem de Física, mas sobre Shakespeare, também não seria produtivo que os professores se cingissem a ler as peças durante as aulas. Em vez disso, seria melhor que os estudantes lessem previamente as peças e na aula rentabilizassem o tempo para a sua discussão, aprofundando a compreensão das peças de Shakespeare.

Nos anos seguintes, após essas experiências reveladoras, Eric Mazur colocou o foco do processo de ensino e aprendizagem na compreensão dos conceitos, em detrimento da resolução de problemas. Este método exige que o aluno se questione e passe o tempo da aula a pensar e a apresentar argumentações sobre os seus pontos de vista, abandonando a posição de elemento recetor de informação.

Inúmeros trabalhos de pesquisa têm demonstrado uma melhoria no desempenho e na resolução de problemas por parte dos alunos, dos vários níveis de escolaridade, ao trabalharem com a Instrução pelos Colegas - IpC (Hake, 1998; Crouch e Mazur, 2001). Apesar de ter sido criada por um professor de física e inicialmente aplicada na área da Mecânica Newtoniana, a IpC também tem sido utilizada com sucesso em outras áreas do conhecimento (tabela 4).

Tabela 4 – Áreas abordadas em pesquisas com a aplicação da IpC.
(Vieira, 2014)

Autor(es)	Conteúdo abordado
Lasry, Mazur e Watkins (2008)	Mecânica Newtoniana
Crouch, Watkins, Fagen et al. (2007)	
Lasry, Mazur, Watkins et al. (2013)	
Barros, Remold, Silva et al. (2004)	
Lasry, Charles, Whittaker et al. (2009)	
Crouch e Mazur (2001)	
Lorenzo, Crouch e Mazur (2006)	
Cummings, Roberts, Henderson et al. (2008)	
Lasry (2008)	
Nicol e Boyle (2003)	
Perkins, Turpen, Sabella et al. (2009)	
Watkins e Sabella (2008)	Cinemática e vetores
Pollock (2009)	Eletromagnetismo
Perkins, Turpen, Sabella et al. (2009)	Magnetismo
Lenaerts, Wieme e Zele (2003)	Mecânica Quântica
Mckagan, Perkins e Wieman (2006)	
Perkins, Turpen, Sabella et al. (2009)	Termodinâmica
Nicol e Boyle (2003)	Mecânica estatística
Perkins, Turpen, Sabella et al. (2009)	Astronomia
James, Barbieri e Garcia (2008)	Matemática
Higdon e Topaz (2009)	
Pilzer (2001)	Fisiologia
Rao e DiCarlo (2000)	
Rao e DiCarlo (2001)	
Cortright, Collis, DiCarlo e Stephen (2005)	
Giuliodori, Lujan e DiCarlo (2006)	Genética
Giuliodori, Lujan e DiCarlo (2008)	
Perez, Strauss, Downey et al. (2010)	
Smith, Wood, Adams et al. (2009)	Filosofia
Crossgrove e Curran (2008)	
Knight e Wood (2005)	Geociências
Butchart, Handfield e Restall (2009)	
McConnell, Steer, Owens et al. (2006)	Farmácia
Piepmeyer (1998)	

Para que a IpC seja bem sucedida, é necessário que o aluno faça um estudo prévio dos recursos disponibilizados e que o professor, após uma breve exposição oral de cerca de 15 minutos, apresente na aula questões conceituais, criando um ambiente propício à discussão.

As questões apresentadas na IpC são, em geral, de escolha múltipla e a figura 12 retrata um exemplo ilustrativo.

Considera o circuito elétrico ilustrado na figura, em que se colocou um interruptor (I) entre os terminais da lâmpada B. Ao fecharmos o interruptor...

a. aumenta o brilho da lâmpada A.
b. o brilho da lâmpada A permanece igual.
c. diminui o brilho da lâmpada A.
d. não possuímos informação suficiente para tirarmos conclusões.

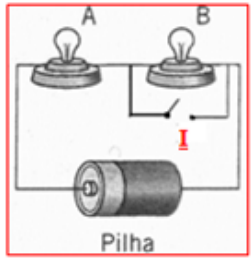


Figura 12 – Exemplo de uma questão conceptual de escolha múltipla.

A estrutura da aplicação de uma questão conceptual, usando a IpC poderá ter o seguinte formato:

1. O professor apresenta a questão à turma. ----- 1 minuto
 2. Tempo para os alunos pensarem e registarem a resposta individual. ----- 2 minutos
 3. Os estudantes convencem os colegas (IpC). -----
 4. Os alunos anotam as respostas corrigidas (opcional). -----
 5. *Feedback* para o professor: registo das respostas. -----
 6. Explicação da resposta cientificamente correta. ----- 2 ou mais minutos
- } 1 – 2 minutos

A **votação** é efetuada através de um sistema qualquer de resposta, como os *flashcards* (cartões de resposta), *plataformas online* (www.socrative.com) ou *clickers* (figura 13). Estes últimos são uma espécie de controladores remotos individuais que comunicam por radiofrequência com o computador do professor.



Figura 13 – Utilização de *clickers* nas salas de aula, na Universidade Central da Florida, EUA (Laier, 2012).

Na eminência da escola não ser detentora do sistema de votação eletrónica, tal como ilustrado na figura 13, poder-se-à adotar outras formas alternativas (Crouch *et al.*, 2007), como por exemplo:

- ✓ as mãos: os alunos levantam as mãos, ou então colocam-nas sobre o peito e com os dedos indicam o número da opção que consideram cientificamente correta. As desvantagens deste modo de votação prende-se com a dificuldade que o professor tem de identificar rapidamente o número de alunos que selecionaram cada uma das alternativas de resposta e a possibilidade dos alunos responderem por influência dos seus pares, já que se as mãos estiverem bem visíveis torna-se difícil que todos respondam em simultâneo.
- ✓ Cartões (*flashcards*) numerados e/ou coloridos: neste caso o aluno apenas terá de levantar o cartão com o número (ou letra) da resposta que pensa ser o mais correto. Comparativamente com o método anterior, oferece a vantagem de ser menos complexo para o professor a contagem de votos para cada uma das opções, embora continue a haver a probabilidade dos alunos serem influenciados pela resposta dos seus pares.
- ✓ Formulários: os alunos registam as suas respostas em formulários, que são digitalizados após a aula, para posterior análise. Esse método é o que oferece menos vantagens já que o professor não tem o *feedback* imediato das respostas dadas pelos seus alunos.

Em todos os meios de votação de respostas o professor poderá solicitar aos alunos para indicarem o nível de confiança das suas respostas (**1** – sem confiança; **2** – alguma confiança; **3** – certeza absoluta), o que fornecerá ao professor um indicador do nível de segurança do aluno perante o(s) conteúdo(s).

Após a receção individual da alternativa de resposta, e mesmo antes de revelar qual a resposta cientificamente correta, o professor deverá decidir a melhor via de conduzir a aula, tendo em conta os resultados globais alcançados pela turma (figura 14). Assim, no caso de:

- ✓ **acertos inferiores a 30 %**: o professor clarifica a questão e faz uma revisão dos conceitos. Procede-se a nova votação.
- ✓ **acertos entre 30 % e 70 %**: os alunos com opções de resposta diferentes agrupam-se (2-5 elementos), para que durante cerca de 3-5 minutos consigam

convencer os seus pares da veracidade da sua resposta. Procede-se a nova votação.

- ✓ **acertos superiores a 70 %:** o professor explica a resposta, reinicia o processo de exposição dialogada e apresenta nova questão conceptual.

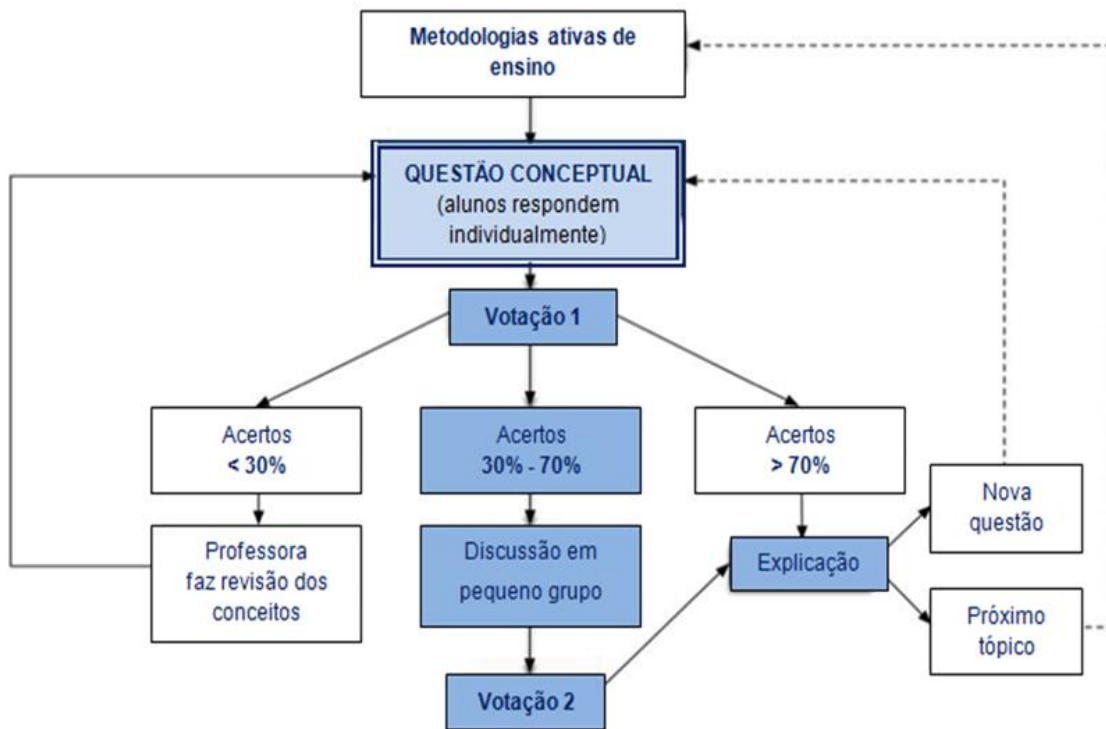


Figura 14 – Diagrama de aplicação do método IpC, para a etapa conhecida de ConcepTest (Adaptado de Lasry, Mazur e Watkins, 2008)

Na opinião de Mazur (1997)

“As vantagens da *Peer Instruction* são numerosas. As discussões para convencer os colegas quebram a inevitável monotonia das aulas expositivas passivas e, mais importante, os estudantes não se limitam a simplesmente assimilar o material que lhes é apresentado; eles devem pensar por si mesmo e verbalizar os seus pensamentos.”

“Apesar do menor tempo dedicado à resolução de exercícios, os resultados mostram de forma convincente que a compreensão dos conceitos aumenta o desempenho dos estudantes nos exames convencionais. [...] Por fim,

pesquisas que envolveram estudantes mostram que a sua satisfação – um importante indicador de sucesso – também aumenta”.

A nível internacional a IpC tem sido combinada com uma metodologia intitulada Ensino sob Medida (EsM), da autoria de Novak et al. (1999), professor da Universidade de Indiana (EUA).

Apesar de menos conhecido, quando comparada com a IpC, o EsM tem-se revelado uma excelente opção para o professor planificar a sua aula, dado que lhe permite levar em conta o conhecimento prévio dos alunos. Assim, antes da aula, o aluno terá de realizar uma tarefa de leitura – “exercício de aquecimento” (*WarmUp Exercise*) e enviar para o professor as respetivas respostas.

Os “exercícios de aquecimento” têm como objetivos:

- ✓ Diagnosticar as conceções prévias.
- ✓ Introduzir o que será explorado em aula.
- ✓ Desenvolver o espírito crítico.
- ✓ Sensibilizar os alunos a utilizarem as suas próprias palavras.

É por isso recomendável que os professores procedam atempadamente à correção das respostas dos alunos, valorizando mais o esforço demonstrado para apresentar um argumento coerente, do que propriamente o seu grau de correção científica.

No presente estudo recorreremos à combinação das metodologias de ensino e aprendizagem apresentadas anteriormente, mas com algumas adaptações à realidade escolar portuguesa.

4.3. WEBQUEST

“Onde está a sabedoria que perdemos no conhecimento?
Onde está o conhecimento que perdemos na informação?”

Elliot, 1934

Na sociedade de informação valoriza-se cada vez mais a capacidade crítica, o trabalho colaborativo, a comunicação, a resolução de problemas e a criatividade. Assim, no ensino tem sido dado um papel de destaque ao sócio construtivismo, valorizando os processos mentais dos estudantes em vez da capacidade de memorização.

A *WebQuest* (WQ) constitui uma excelente ferramenta de apoio a esta metodologia de ensino e aprendizagem, uma vez que propicia o desenvolvimento do pensamento de nível elevado (conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação). Devido a estas potencialidades, a WQ constitui uma ferramenta didática inovadora, que não deixa os alunos e professores indiferentes.

A par desta constatação, podemos referir que nos últimos tempos têm sido publicadas um número crescente de dissertações de mestrado e doutoramento, cujo objetivo central é avaliar a melhoria das aprendizagens quando se recorre à implementação de WQ (Quaresma, 2007; Lima, 2007; entre outros).

Também se estima que foram já criadas mais de 10 mil *WebQuests* em todo o mundo, sobre as mais variadas temáticas (Cafardo, 2001), dando-nos a perceção da importância que lhe tem sido atribuída.

O conceito foi criado por Bernie Dodge, professor da Universidade de Califórnia (EUA), que juntamente com Tom March propuseram pela primeira vez em 1995 a realização de uma WQ, dirigida a estudantes do ensino superior. Aos alunos foi facultada uma atividade investigativa onde as fontes de informação se encontram na internet.

Quintana et al. (2007) referem que Dodge relatou numa entrevista o que sentiu quando aplicou pela primeira vez a WQ. Assim, disse

“Caminhei pela sala de aula e ajudei quando era necessário. Escutei as conversas entre os estudantes e de facto, nunca os tinha ouvido a falar com

tanto entusiasmo na tomada de decisões. Naquela tarde dei-me conta que esta era a maneira diferente de ensinar. [...] *and that love it*".

A WQ é uma atividade de pesquisa orientada em que toda ou a maior parte da informação com que os alunos interagem provém de recursos na internet, opcionalmente enriquecidos pela videoconferência (Dodge, 1995).

A construção de recursos multimédia educacionais, como sejam as *WebQuests*, quando bem pensadas, estruturadas e aplicadas podem aproximar o ensino da aprendizagem significativa.

Diversos estudos sugerem que o uso da internet em contexto educativo, não é por si só garantia de aprendizagem (Reynolds, 2003). Como tal, é essencial uma boa organização lógica dos conteúdos apresentados na tarefa proposta pelo professor.

Bernie Dodge definiu uma estrutura das *WebQuests* que assentam nas seguintes cinco secções:

- ✓ Introdução – breve apresentação do tema e captar o seu interesse.
- ✓ Tarefa(s) – descrição do produto final da atividade.
- ✓ Processo – explicação das estratégias que os alunos devem utilizar para completar a tarefa.
- ✓ Fontes – conjunto de recursos que os alunos podem consultar para completar a tarefa (geralmente endereços da internet).
- ✓ Conclusão – Resumo da atividade e mensagem de incentivo para os alunos refletirem sobre o tema e aplicarem os conhecimentos a outros contextos locais.

A título ilustrativo apresentamos na figura 15 um exemplo de uma WQ que poderá ser usada no 9.º ano do ensino básico. Na página da internet onde este recurso se encontra alojado, também se pode aceder a mais *WebQuests* das mais variadas áreas do conhecimento.



Figura 15 – Exemplo ilustrativo de uma *WebQuest* (WQ) no domínio da Física.
(http://webquests.edufor.pt/procesa_index_todas.php)

Alguns estudos revelam que os alunos envolvidos nas WQ preferem que os sites sugeridos sejam simples (MacGregor, 2004). Assim, o professor deve apostar em indicações claras, para que quando aceder à página, o aluno não fique desorientado com tantos menus e *links*.

A organização lógica deve também levar em linha de conta as características dos alunos para os quais a aplicação se destina. Um conhecimento mínimo do público-alvo é exigido, para que o professor possa “oferecer” um recurso apelativo, de grande valor educacional e produtivo para os seus objetivos e aspirações (Gunasekaran, 2002).

A WQ respeita o ritmo de aprendizagem dos alunos, já que os mais avançados podem fazer uma tarefa extra e aos alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE) poderão ser atribuídos papéis específicos no grupo, fazendo com que estes consigam concretizar os objetivos propostos e melhorar a sua autoconfiança.

Para que essa adaptação aos alunos seja maximizada, é conveniente que seja o próprio professor a construir as *WebQuests*. Hoje em dia, essa tarefa não exige grandes conhecimentos técnicos, já que existem modelos (*templates*) próprios em que o professor só precisa de modificar os textos e as imagens.

Segundo Quadros (2003), o desenvolvimento das *WebQuests* caracteriza-se por:

1. **Motivação e autenticidade** - as *WebQuests* recorrem a estratégias diversificadas e visam conteúdos autênticos para aumentar a motivação dos alunos.

As questões e/ ou situação problema exigem que o aluno reflita, levante hipóteses ou resolva problemas sobre o tema que lhe é apresentado.

Os recursos disponibilizados na internet são reais, já que o aluno terá a possibilidade de interagir com especialistas (via *email* ou videoconferência) e/ou entrar em grupos de discussão.

Nas *WebQuests* podem ser atribuídos papéis a cada um dos elementos do grupo, onde cada um terá de se tornar “especialista” sobre um determinado conteúdo. Os alunos tomam uma posição responsável, já que têm plena noção que estão a realizar um projeto coletivo e que a sua conclusão está condicionada pelo trabalho individual realizado.

Os resultados do projeto devem ser apresentados publicamente ou enviados via *email*, de forma a possibilitar possíveis respostas e avaliação. Este *feedback* motiva o aluno a melhorar, de forma a apresentar respostas reais e fidedignas.

2. **Desenvolvimento do pensamento de nível elevado** – uma característica de uma boa WQ é aquela que promove o pensamento de nível elevado. Assim, a WQ não é encerrada apenas como uma fonte de informação rumo ao conhecimento.

A Taxonomia de Bloom original (Bloom *et al.*, 1956) e a versão revista (Anderson *et al.*, 2001), têm auxiliado os professores na hierarquização das habilidades de pensamento e estimulando os alunos no desenvolvimento do raciocínio e abstração de nível elevado.

Na versão original, indicam-se os seis níveis de domínio cognitivo: **1.** conhecimento (o aluno lembra factos, datas, teorias, modelos, leis, critérios e procedimentos), **2.** compreensão (o aluno compreende ou interpreta informações com base no conhecimento prévio), **3.** aplicação (o conhecimento é aplicado a situações concretas), **4.** análise (o aluno tenta identificar as partes e as suas interações), **5.** síntese (o aluno combina as partes não organizadas para formar um todo), **6.** avaliação (tem como característica julgar o valor do conhecimento).

Na nova versão da taxonomia de Bloom, publicada após quase meio século, os autores reconheceram a necessidade de ter em conta os avanços pedagógicos e tecnológicos incorporados no meio educacional. Assim, esta nova versão reformula a

anterior e abrange as seguintes seis categorias: 1. Lembrar, 2. Compreender, 3. Aplicar, 4. Analisar, 5. Avaliar e 6. Criar.

Em 2007, Churches incorpora esta versão revista da Taxonomia de Bloom no formato web que designa por *Taxonomia Digital* (Churches, 2007). A figura 16 sintetiza as habilidades cognitivas da taxonomia digital de Bloom associado aos níveis de pensamento elevado. Para cada uma, são apresentados os verbos a ela associados, bem como os procedimentos a adotar por parte dos alunos.

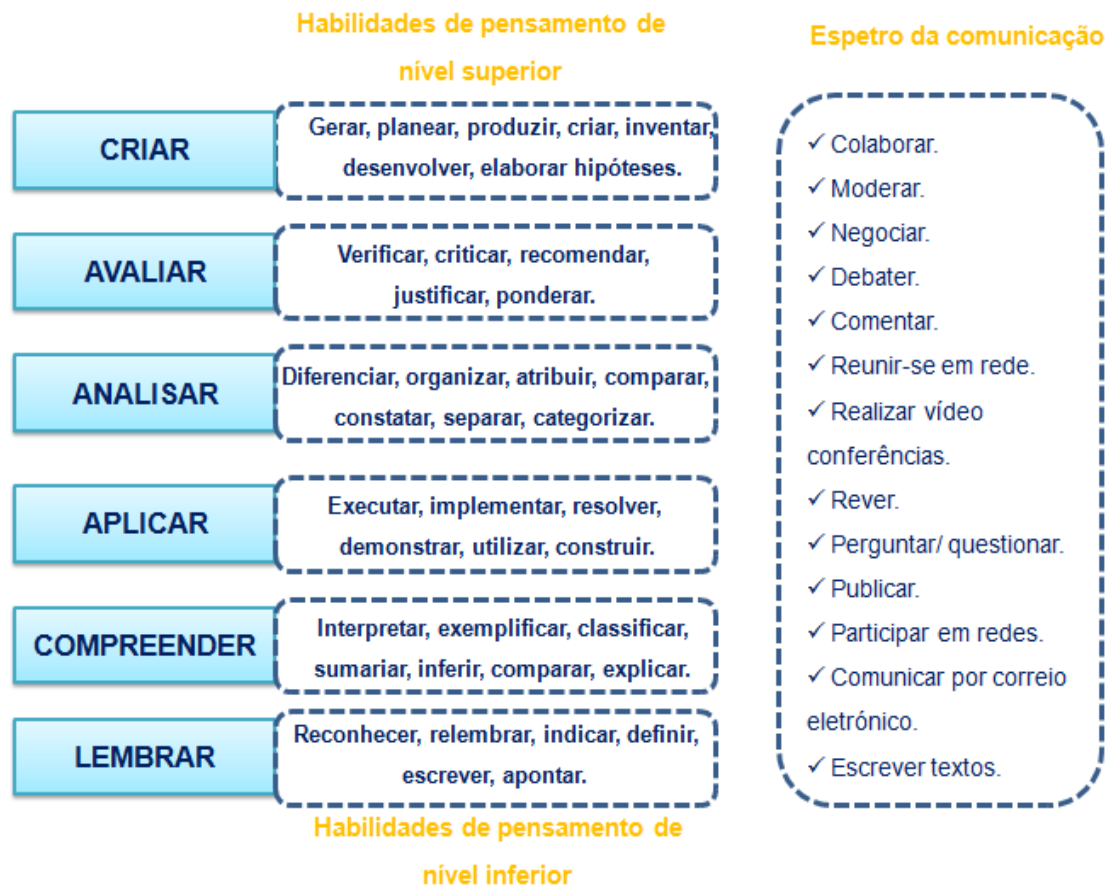


Figura 16 – Taxonomia digital de Bloom, adaptada de Churches (2007).

2. **Aprendizagem colaborativa** – Geralmente os temas tratados nas *WebQuests* são complexos, controversos e desafiantes, esperando-se que os alunos dominem todos os aspetos e tenham a capacidade de alcançar boas conclusões. Neste contexto, espera-se que sejam distribuídos papéis por cada elemento do grupo, no sentido que estes se tornem “especialistas” sobre um tópico específico, sem impedir que tenha uma perspetiva global do tema. À medida que os alunos vão realizando mais WQ, vão tomando consciências que o trabalho colaborativo traz benefícios para as aprendizagens individuais.

As competências mencionadas anteriormente são utilizadas por Jonassen (2002) para definir o pensamento crítico e o pensamento criativo, dois tipos de pensamentos que estão associadas a uma boa WQ.

Na opinião de Carvalho (2006), a WQ poderá proporcionar novas aprendizagens, à luz de uma visão sócio construtivista, caso esta se centre em quatro pilares – Pesquisa, Comunicação, Participação oral, Colaboração (figura 17). Assim, os objetivos desta metodologia serão alcançados, com o contributo do professor e do aluno.

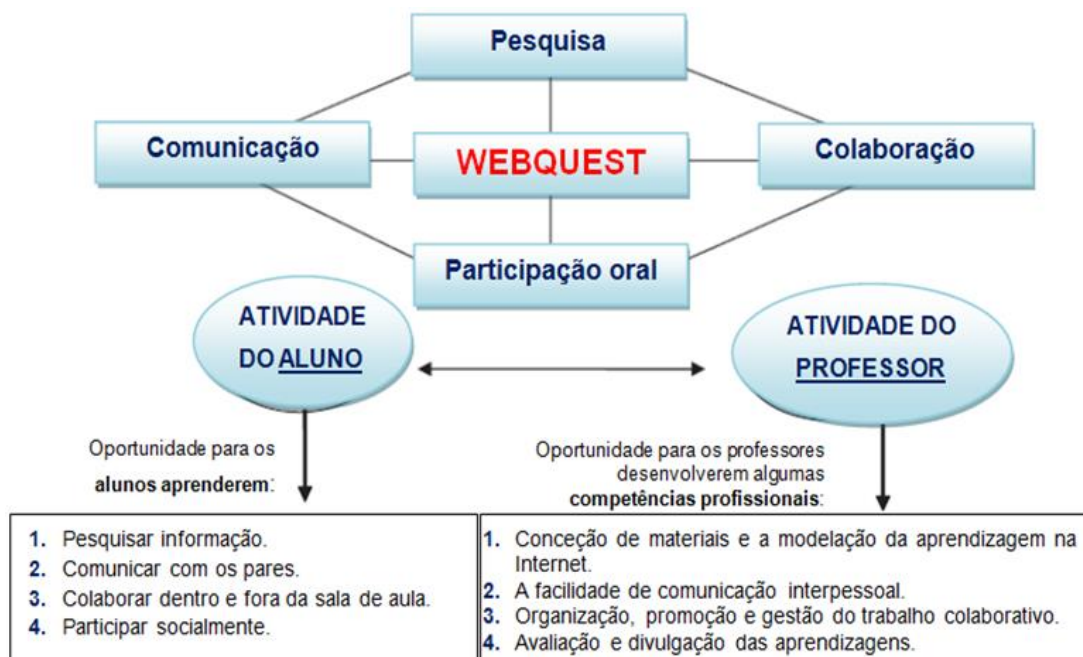


Figura 17 – Aspetos nucleares sobre as WebQuests.

(Adaptado de Carvalho, 2006).

Corroboramos com a opinião de Castro e Tavares (2005) ao afirmarem que

“A nível prático e no que diz respeito à estrutura das *WebQuests*, há ainda que trabalhar no sentido de permitir que as respostas dos alunos sejam dadas diretamente na aplicação, eventualmente sujeitas a uma avaliação automática, no caso das matérias mais objetivas, como as matemáticas e/ou as ciências da natureza. Isto aumentará, presumivelmente, a funcionalidade das aplicações e poupará tempo e esforços”.

Van der Zee (1996) defende que viver numa sociedade de informação não garante que a sua população seja informada. Para tal, é necessário uma Sociedade de Aprendizagem que se oriente pelo: pensamento crítico, o desenvolvimento integral dos indivíduos, o assumir o direito à educação e a promoção da autoformação. Estes são os objetivos da WQ, que se suporta nas novas tecnologias, mais concretamente na *Web*. A WQ é portanto um recurso educativo importante a aplicar nas salas de aula, na medida em que contribui para o desenvolvimento de cidadãos informados, críticos e criativos e em constante aprendizagem.

5. METODOLOGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

“Tendo como fundamentação teórica a pedagogia vigotskiana, a aprendizagem, não resulta da atividade em si, mas das interações sociais que é capaz de desencadear.”

Alberto Gaspar

O processo de ensino consiste num conjunto de ações intencionais do professor, com o objetivo de promover a aprendizagem dos alunos. Para isso, tem ao seu dispor uma panóplia de métodos e estratégias de ensino e aprendizagem. Estas constituem um guia dessas ações e traduzem-se num conjunto de meios para possibilitar que os alunos alcancem os objetivos de aprendizagem predefinidos (Ribeiro e Ribeiro, 1989). Apesar da existência de várias definições apontadas na literatura especializada, Lusignan e Goupil (1993) consideram que

“Os metodos de ensino se apoiam nas relações entre professor e aluno, sendo uma abordagem organizada sob a forma de técnicas ou estratégias e recursos didáticos com vista a que os alunos atinjam os objetivos de aprendizagem.”

Não há uma metodologia única e eficaz para qualquer situação de aprendizagem. Na opinião de Travitzki (2008) e citado por Lopes e Silva (2015), um bom professor saberá que o melhor método será diversificar os métodos. Cada método implica diferentes tipos de aprendizagens, quer no que se aprende, como na forma como se processa essa aprendizagem.

A definição do método não é fácil e implica que o professor atenda a um conjunto de fatores. Assim deve (figura 18):

- ✓ Definir claramente as metas/objetivos para as aprendizagens dos seus alunos.
- ✓ Definir os tipos de conhecimentos (cognitivos, procedimental, atitudinal) que deseja que os alunos aprendam.
- ✓ Refletir sobre a justificação da adequação de cada um dos métodos a aplicar.
- ✓ Possibilitar a diversificação de métodos.

- ✓ Conhecer os métodos/ estratégias que vão ao encontro das características dos alunos.

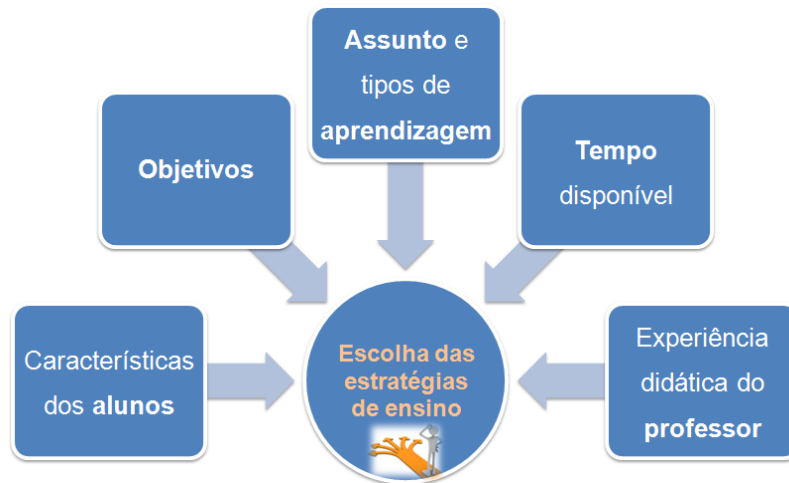


Figura 18 – Critérios para a escolha das metodologias de ensino.
(Adaptado de Lopes & Silva, 2015)

Tal como ilustrado anteriormente, as características dos alunos devem influenciar na escolha dos métodos, já que estes reagem de forma diferente a diferentes estratégias ou métodos de ensino (Joyce, *et al.*, 2004).

A tabela 5 resume algumas características dos alunos da faixa etária a que este estudo se reporta (12 - 14 anos) e as respetivas implicações pedagógicas (Lopes e Silva, 2015).

Tabela 5 – Características do desenvolvimento e implicações pedagógicas.
(Adaptado de Lopes & Silva, 2015)

Características dos alunos (12-14 anos)	Implicações pedagógicas
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Dispostos a envolverem-se em experiências mais complexas e com duração mais prolongada. ❖ Autoconhecimento e análise de si próprio – muitos precisam de auxílio para superar complexos de inferioridade. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incentivar experiências de aprendizagem ativas e divertidas. ✓ Proporcionar experiências práticas e centradas em competências específicas da matéria. ✓ Criar oportunidade para que haja tempo para o silêncio.

<ul style="list-style-type: none"> ❖ Querem ser valorizados pelos amigos. ❖ Interessados em atividades que envolvam meninos e meninas (grupos mistos). ❖ Interessados em desporto e jogos ativos. ❖ Começam a pensar que percurso desejam para o seu futuro. ❖ Desejo de independência, mas querem e precisam da ajuda dos seus pais e pares. ❖ Querem explorar o que se passa para além da sua própria comunidade (meio circundante). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ As tarefas podem ser mais difíceis e de maior duração, para permitir o desenvolvimento da criatividade. ✓ Durante as atividades, fazer perguntas para os alunos fazerem previsões e auxiliar na resolução de problemas. ✓ Auxiliar os alunos a encontrar a informação e dar o apoio necessário para a realização das atividades. ✓ Incentivar os jovens a trabalhar com colegas mais velhos e com adultos, para completarem experiências de aprendizagem. ✓ Envolver os alunos na definição de regras de saber estar. ✓ Proporcionar experiências de aprendizagem fora da sala de aulas. ✓ Incentivar o trabalho colaborativo entre alunos.
--	---

Existem muitas estratégias de ensino e aprendizagem: o ensino recíproco; a instrução direta; as ilustrações; o ensino indutivo; o ensino baseado em inquérito; o ensino da resolução de problemas; a aprendizagem colaborativa, entre outras. A tabela 6 resume algumas das estratégias tidas como mais eficazes para o ensino das ciências (Lopes *et al.*, 2015).

Tabela 6 – Estratégias de ensino tidas como mais eficazes para o ensino das ciências.
 (Adaptado de Lopes & Silva, 2015)

Ranking	Estratégias
1	Integração do conteúdo: Relacionar os conteúdos programáticos com experiências anteriores e/ou pontos de interesse. Sugere-se a realização de visitas de estudo, usar o recreio para dar aulas e encorajar à reflexão.
2	Aprendizagem colaborativa: Agrupar os alunos em grupos heterogéneos, para trabalharem em várias atividades (APL, exploração de REDs, projetos de investigação, discussões, IpC, revisão da matéria, etc).
3	Questionamento: Variar o tempo, a ordem ou os níveis cognitivos das questões. Por exemplo, aumentar o tempo de espera pela resposta, apresentar questões mais complexas, fazer pausas quando se está a explorar um RED, para fazer uma análise mais detalhada e introduzir questões.
4	Inquérito: Atividades de ensino centradas no aluno, do tipo indutivo. Por exemplo, propor atividades de descoberta guiada, atividades de laboratório do tipo indutivo, etc.
5	Manipulação: Oportunidade de explorar objetos físicos. Por exemplo, trabalhar com um aparelho, desenhar ou construir algo.
6	Leitura de texto: Esta estratégia ajuda os alunos a interpretar, selecionar a informação mais importante e a estabelecer relações.
7	Estratégias de avaliação: Mudança na frequência e níveis cognitivos de avaliação. Por exemplo, dar <i>feedback</i> imediato ou explicativo, usar testes diagnósticos e formativos, medir ganhos de aprendizagem (pré e pós-teste), avaliar a mudança conceptual.
8	Estratégias com recursos às tecnologias educativas: Usar a tecnologia para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, como por exemplo, usar o computador para apresentar vídeos, simulações, <i>WebQuests</i> , <i>Quizzes</i> , mostrar fotografias e/ou ilustrações, fazer modelos para entender conceitos abstratos, etc.

Na secção seguinte vamos dar destaque a uma das estratégias referidas, por ser pertinente ao estudo que é descrito neste trabalho.

5.1. APRENDIZAGEM COLABORATIVA

“Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas aquele que vai acompanhado com certeza vai mais longe.”

Lopes e Silva, 2009

Num documento do Departamento de Educação dos Estados Unidos da América, Balkcom (1992) define-se aprendizagem colaborativa como uma estratégia de ensino em que os alunos, distribuídos em pequenos grupos de níveis diferentes de capacidades, usam uma variedade de atividades de aprendizagem para melhorar a compreensão de um determinado assunto. Cada aluno é responsável não apenas por aprender o que está a ser ensinado, como também por auxiliar os seus pares, criando um ambiente harmonioso de realização.

Fathman e Kessler (1993) defendem também a aprendizagem colaborativa como o trabalho em grupo que se organiza para que os alunos estabeleçam interações, troquem as suas ideias e possam ser avaliados individualmente pelo trabalho desenvolvido.

Colaborar é, portanto, atuar juntos, de forma coordenada, no trabalho ou nas relações pessoais com o objetivo de alcançar metas comuns (Argyle, 1991).

Freitas & Freitas (2003) sintetizam as principais vantagens da aprendizagem colaborativa, expressas em centenas de pesquisas de diversos autores. Assim, na globalidade, a literatura aponta os seguintes aspetos positivos associados à aprendizagem colaborativa:

1. Melhoria das aprendizagens escolares.
2. Melhoria nas relações interpessoais.
3. Favorecimento da autoestima.
4. Melhoria das competências associadas ao pensamento crítico.
5. Maior capacidade de aceitar os pontos de vista dos seus pares.
6. Maior motivação intrínseca.
7. Incremento de uma atitude positiva para com a disciplina, professor, colegas e escola.

8. Redução das situações de indisciplina na escola, já que em todas as aulas os alunos são convidados a resolver possíveis conflitos.
9. Aquisição de competências específicas para conseguir trabalhar com os pares.
10. Redução de situações de problemas como a pontualidade e/ou assiduidade.

A aprendizagem colaborativa tem sido fortemente defendida no meio académico, sustentando que esta estratégia promove dinâmicas mais ativas por meio de estímulos, tais como: o pensamento crítico; desenvolvimento de capacidades de integração, negociação de informação, resolução de problemas, desenvolvimento de capacidades de autorregulação do processo de ensino e aprendizagem. Segundo os seus defensores, esta forma de ensinar possibilita a formação de alunos mais responsáveis pelas suas aprendizagens, levando-os a compreender os conceitos e a construir conhecimentos de uma forma mais autónoma.

Para que a aprendizagem seja efetivamente colaborativa é necessários que sejam garantidos cinco elementos chave (Johnson et al., 1993). São eles:

1. **Interdependência positiva:** Permite que os alunos ao trabalharem colaborativamente partilhem os seus conhecimentos, dando apoio mútuo e celebrando conjuntamente os sucessos alcançados por cada elemento.
Os alunos deverão levar em conta os seguintes lemas: “O meu ganho é o vosso ganho!”; “Eu não conseguirei fazer isto sem a vossa ajuda!”; “Nós trabalhamos como uma equipa coesa!”; “Eu preciso da tua ajuda e tu precisas da minha!”; “Um por todos e todos por um!”;
2. **Responsabilidade individual e do grupo:** O grupo deve assumir a responsabilidade de cumprir os objetivos propostos e cada elemento deverá executar a sua parte, para levar o trabalho de grupo a bom porto. O professor deverá verificar se há situações de alunos que tentam delegar as suas funções para outro colega do grupo.
O objetivo dos grupos de aprendizagem colaborativa é fazer com que, graças ao trabalho entre pares, os alunos consigam individualmente alcançar o sucesso educativo, já que a aprendizagem é um processo individual auxiliado pelas relações humanas.
3. **Interação estimulada, preferencialmente face a face:** É a interação face a face que auxilia os alunos a trabalharem em conjunto, a discutir ideias,

encorajando todos os elementos do grupo na “conquista” da mudança conceptual.

Para que se consiga uma eficaz interação face a face recomenda-se que a dimensão do grupo de trabalho seja compreendida entre 2 a 4 elementos.

- 4. Competências sociais:** Para que o grupo colaborativo funcione, os alunos devem dominar as competências sociais, tais como: saber liderar os grupos, negociar a tomada de decisões, gerir conflitos, criar um ambiente harmonioso e propício a momentos de reflexão individual. A falta de competências sociais é provavelmente o maior responsável pelo fracasso do funcionamento dos grupos colaborativos (Candler, 2005). Assim, sempre que o professor se apercebe que os alunos não dominam as competências sociais, deverá unir esforços para instruir os alunos para a necessidade de: saber esperar a sua vez, partilhar os materiais, comunicar de forma clara, falar num tom de voz baixo, elogiar os sucessos dos colegas, aceitar as diferenças, resolver conflitos, ser solidários, ser paciente e esperar, etc.
- 5. Avaliação do grupo:** A dinâmica do grupo poderá melhorar caso os seus elementos consigam refletir sobre a forma como estão a trabalhar e como poderão pôr em marcha procedimentos de melhoria. Para alunos de faixas etárias mais jovens, o professor poderá auxiliar os alunos a concluírem como é que o grupo está a funcionar e o modo como estão a por em prática as competências sociais para ajudar os elementos que constituem o grupo.

Freitas e Freitas (2002) são da opinião que a conjugação desses cinco elementos é primordial e permite visualizar claramente a diferença entre trabalhar em grupo de uma forma colaborativa ou trabalhar de uma forma competitiva.

Johnson et al. (1993) afirmam que a aprendizagem colaborativa traz mais benefícios que a competitiva na promoção do desempenho escolar das diversas áreas (Ciências, Matemática, Educação Física, Língua e Literatura, Leitura, Psicologia, Estudos Sociais), em todas as faixas etárias (embora os resultados tenham sido melhores para os alunos do Ensino Básico e Secundário, do que para o Ensino Superior) e em tarefas que exigiam a resolução de problemas, aprendizagem de conceitos, memorização e nas tarefas que envolvem o domínio de técnicas e o pensamento crítico.

Johnson *et al.* (1983) concluíram também que as aprendizagens colaborativas promovem uma maior aceitação dos alunos de diferentes origens étnicas e dos alunos de Necessidades Educativas Especiais (NEE), perante os alunos ditos “normais”.

Resultados de numerosas investigações (Cohen, 1994; Johnson, 1970; Johnson e Johnson, 1974, 1978, 1989, 1994, 1999; Kohn, 1992) sugerem que a aprendizagem colaborativa é mais eficaz nas situações de aprendizagem.

Segundo a teoria de Kurt Lewin (1975), as atividades escolares podem apresentar as seguintes três formas de organização social:

1. **Colaborativa:** os objetivos dos elementos do grupo estão estreitamente vinculados de tal forma que os objetivos do grupo só são alcançados se todos o atingirem.
2. **Competitiva:** os objetivos do grupo também estão relacionados, se bem que de forma eliminatória. Assim, cada elemento só poderá alcançar o seu objetivo se os demais não o conseguirem.
3. **Individualista:** não existe relação entre os elementos do grupo. Assim, cada elemento trabalha individualmente na concretização dos seus objetivos, não se importando com os objetivos traçados pelos demais elementos.

Existem na literatura resultados de estudos que se centraram em comparar a eficácia das seguintes aprendizagens:

- ✓ colaborativa e competitiva.
- ✓ colaborativa e individualista.
- ✓ competitiva e individualista.

As diferenças entre as aprendizagens individualista e competitiva foram as mais baixas de todas as análises comparativas (Hattie, 2009). Assim, os tipos de aprendizagem que conduzem a um maior aproveitamento escolar dos alunos, por ordem crescente de importância são: aprendizagem individualista, seguida de aprendizagem competitiva e por fim, da aprendizagem colaborativa (figura 19).

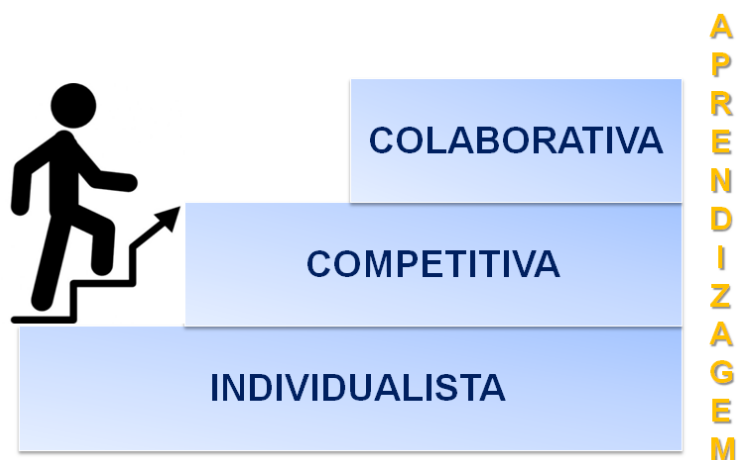


Figura 19 – Graduação da eficácia dos modos de aprendizagem.

Roseth *et al.* (2006) levaram a cabo um estudo com alunos do ensino básico, com idades compreendidas entre os 12 e os 15 anos, cujo objetivo era averiguar a eficácia dos diversos modos de aprendizagem. Os resultados alcançados estão em consonância com o exposto anteriormente, reconhecendo os efeitos francamente superiores da aprendizagem colaborativa, no que toca à melhoria do aproveitamento escolar, bem como à sua eficácia nas relações pessoais. Estas conclusões levam os autores a afirmar que

“Se quiser aumentar o desempenho escolar dos alunos, dê a cada um deles um amigo de aprendizagem”.

Para que os grupos de trabalho funcionem interativamente e mais concretamente que os alunos mais capazes consigam auxiliar os que demonstram mais dificuldades, o professor deve atribuir autonomia aos alunos e estes devem exercê-la da melhor forma no trabalho de grupo. Assim, para facilitar esta tarefa, o professor poderá delegar os seguintes papéis aos alunos, dependendo dos objetivos/ tarefa/ idade dos estudantes (Gaudet *et al.*, 1998):

1. **Verificador:** tem a missão de apurar se todos os alunos compreenderam os conceitos e conseguiram concluir eficazmente a tarefa proposta.
2. **Facilitador:** controla a realização da tarefa, lê as instruções e reformula-as.
3. **Harmonizador:** este elemento recorre a técnicas de questionamento para tentar captar a atenção/ concentração dos seus pares. Recorda as regras de trabalho colaborativo, de forma a diluir possíveis situações de conflito ou

destabilização. Encoraja os colegas a participar e felicita-os pelos sucessos alcançados.

4. **Intermediário:** este elemento estabelece o elo de ligação entre o grupo e o professor. Consulta todos os elementos do grupo antes de pedir ajuda ao professor e caso se justifique, é ele que expõe ao professor as dúvidas e é também ele, que terá posteriormente de comunicar as indicações do professor aos seus colegas.
5. **Guardião ou controlador do tempo:** é ele que tem a missão de gerir o tempo gasto para a realização da tarefa proposta. Sugere ao grupo o tempo que deverão dedicar a cada uma das etapas da tarefa. Se necessário, alerta os elementos do grupo para não se dispersarem em pontos inúteis.
6. **Observador:** realça os progressos efetuados por cada elemento do grupo, a respeito de uma competência específica.

Durante as aulas, o professor deverá verificar se cada aluno está a desempenhar da melhor forma o seu papel, sob pena das interações entre o grupo constituírem um entrave à aprendizagem e deteriorarem, em vez de melhorarem, as relações interpessoais.

Para além disso, Cohen (1986) refere-se a outras situações indesejáveis aquando da implementação da aprendizagem colaborativa:

- ✓ Os alunos valorizarem mais o processo do que o conhecimento. Por vezes, a preocupação dos alunos centra-se em serem os primeiros a realizar a tarefa, sem dedicarem praticamente tempo algum para a reflexão.
- ✓ Em vez de reestruturar as conceções prévias, os alunos poderão sedimentá-las ainda mais.
- ✓ As relações pessoais podem ser mais valorizadas do que a mudança conceptual.
- ✓ Os alunos podem mudar da dependência do professor, para a dependência do colega mais capaz. Neste caso, o que é aprendido pode não ser o cientificamente correto.
- ✓ Pode haver alunos que vivem à “sombra” dos “peritos” do grupo, adotando uma postura passiva e interiorizando que a evolução do grupo não depende do seu contributo. Outros alunos chegam mesmo a não desenvolver um esforço para alcançar os objetivos propostos sem a colaboração dos seus pares.

Em suma, a utilização eficaz, nos diferentes níveis de escolaridade, dos vários métodos de aprendizagem colaborativa é imprescindível, não só para desenvolver o aproveitamento escolar, mas também para que estes adquiram competências sociais que os preparem para o mundo laboral, já que cada vez mais é exigido que se trabalhe colaborativamente.

CAPÍTULO III

A INVESTIGAÇÃO

1. MOTIVAÇÕES PARA A ESCOLHA DA INVESTIGAÇÃO EM ELETRICIDADE NO ENSINO BÁSICO

O momento dedicado à escolha do ano de escolaridade que em que iríamos atuar na nossa investigação norteou-se por uma intensa reflexão.

Optámos por intervir no ensino básico, uma vez que considerámos urgente dotar os alunos, desde os primeiros anos de ensino da Física, de competências do domínio do saber fazer (*hands-on*) e saber pensar (*minds-on*). Reconhecemos também que seria esta a faixa etária ideal para aplicar práticas de ensino colaborativas, recorrendo à exploração de ferramentas interativas. Dentro do ensino básico, o 9.º ano de escolaridade pareceu-nos o mais adequado, já que no final deste ciclo os alunos têm de optar pelo(a) curso/ área que pretendem seguir e até lá, o professor terá a possibilidade de contribuir para que os jovens descubram o quão fascinante é a ciência e a sua relação com a Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Assim, pensámos que estariam reunidas as condições para que o professor conseguisse “abrir portas”, para que os jovens tomem uma decisão mais consciente, rumo às suas vocações.

No 3.º ciclo do ensino básico, a área disciplinar de Ciências Físico Naturais (CFN) desdobra-se em Ciências Naturais (CN) e Ciências Físico Químicas (CFQ), lecionadas por professores diferentes e dotados de formação específica para a respetiva disciplina.

No currículo de CFN a abordagem dos quatro temas organizadores (Terra no Espaço, Terra em Transformação, Sustentabilidade na Terra e Viver Melhor na Terra) enquadram-se numa perspetiva de Ciência/ Tecnologia/ Sociedade/ Ambiente, de acordo com o definido pelo Ministério de Educação em 2001 (figura 20).

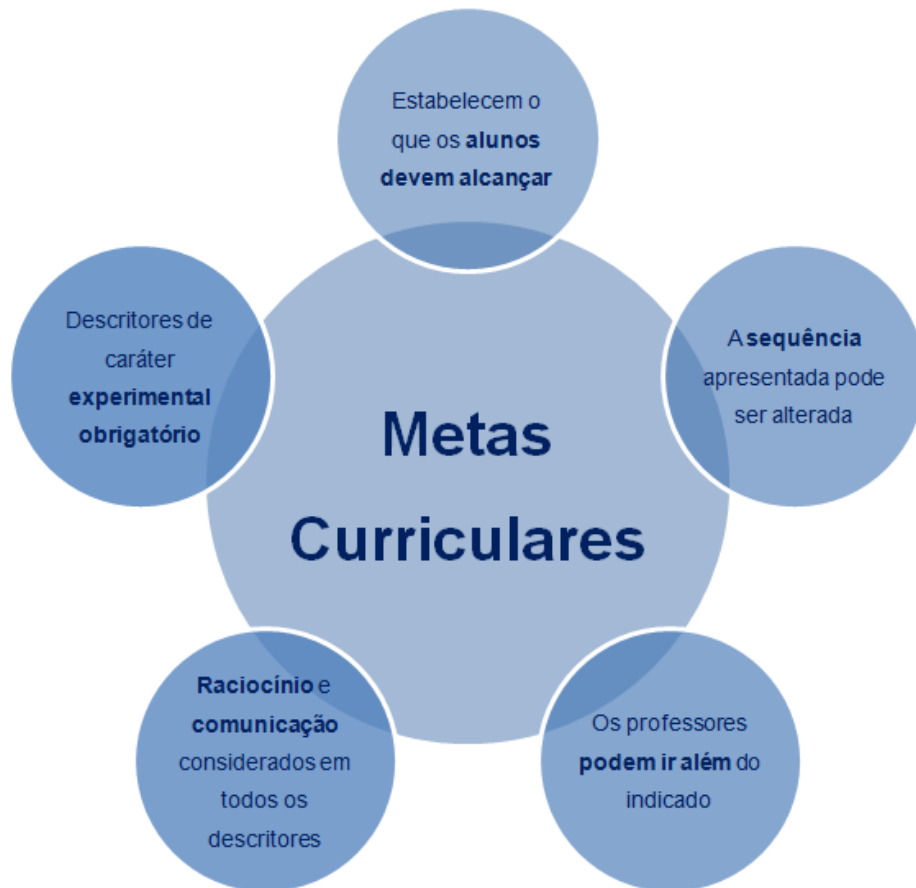


Figura 21 – Aspectos essenciais relativos às Metas Curriculares.
(Adaptado de Beleza & Cavaleiro, 2015).

Apesar das Metas Curriculares terem sido introduzidas gradualmente com cariz de obrigatoriedade (figura 22), nas turmas deste estudo as planificações seguiram já as indicações emanadas daquele documento.

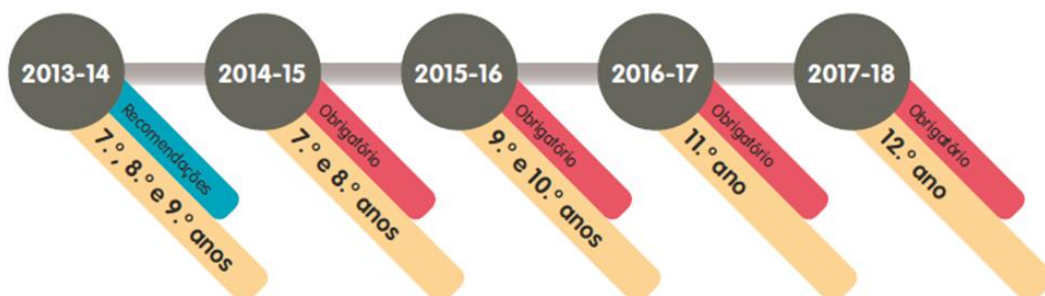


Figura 22 – Entrada em vigor das Metas Curriculares de CFQ (Ensino Básico) e FQ (Ensino Secundário).
(Beleza & Cavaleiro, 2015)

Apresenta-se seguidamente na tabela 7, a descrição sumária dos domínios e subdomínios das unidades de Física, correspondentes ao 9.º ano de escolaridade.

As Metas Curriculares, referentes à Eletricidade, encontram-se em anexo (**Anexo A**).

Tabela 7 – Domínios e subdomínios das Metas Curriculares da componente de Física – 9.º ano de escolaridade (Fiolhais et al., 2013).

Domínio	Subdomínio
Movimentos e Forças	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Movimentos na Terra. ✓ Forças e movimentos. ✓ Forças, movimentos e energia. ✓ Forças e fluidos.
ELETRICIDADE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Corrente elétrica e circuitos elétricos. ➤ Efeitos da corrente elétrica e energia elétrica.

A escolha da unidade didática de Eletricidade para o nosso estudo teve por base diversas razões, nomeadamente: **i)** investigar as dificuldades encontradas pelos alunos no estudo da Eletricidade; **ii)** estudar a eficácia de algumas práticas educativas, que são indicadas na literatura nacional e internacional como potenciadoras da aprendizagem significativa e que contribuem para o incremento da motivação dos jovens.

Os alunos do 9.º ano reconhecem que tal como os fenómenos mecânicos, também os fenómenos elétricos estão associados ao nosso quotidiano. Afinal, seria impensável imaginarmos a nossa vida sem luz elétrica e os diversos equipamentos elétricos.

De forma similar ao estudo da mecânica, também os fenómenos elétricos estão relacionados com movimentos, forças e cargas elétricas. Porém, o que distingue os fenómenos mecânicos dos elétricos é a natureza das forças envolvidas. Os fenómenos elétricos são devidos a interações entre cargas elétricas ou entre corpos com cargas elétricas, o que torna esta temática um pouco abstrata e complexa para os alunos do ensino básico.

Também os conceitos de Energia, Força e Potência tendem a não estar clarificados para os alunos, aquando do estudo destas duas unidades didáticas de Física.

Nos últimos anos têm sido publicados, em muitas revistas e livros (Galili, 1995; Loureiro, 1993; Neto et al., 1991; Shipstone et al., 1998; Duit e Rhöneck, 1997) alguns estudos sobre as dificuldades de aprendizagem dos alunos em Eletricidade. Na sua globalidade, estes apontam que os alunos (e por vezes os professores) apresentam concepções prévias muito enraizadas e em conflito com o conhecimento aceite cientificamente. É referido que muitas vezes os alunos associam a corrente elétrica exclusivamente à fonte de energia, atribuindo-lhe a propriedade de substância, como uma espécie de fluido que é consumido nos circuitos.

Também no “*Trends in International Mathematics and Science Study*” (TIMSS Advanced 2015), onde foi aplicado um exame internacional aos alunos portugueses de 12.º ano, estes alcançaram melhores resultados nas unidades de Mecânica e Termodinâmica e piores resultados em Eletricidade, Magnetismo, Fenómenos Ondulatórios e Física Atómica e Nuclear. Esta constatação, apesar de se reportar a alunos de um nível de escolaridade mais avançado, parece-nos que vem comprovar a importância deste estudo e reforça a necessidade de encontrar soluções para diluir as dificuldades de compreensão dos conceitos de Eletricidade.

No nosso estudo as concepções prévias dos alunos que participaram na intervenção foram valorizadas e com auxílio de metodologias interativas, num ambiente de aprendizagem colaborativa, proporcionámos que essas ideias iniciais antecedessem sempre a discussão quantitativa, a qual, como sabemos, é baseada em fórmulas matemáticas, sob pena que o corpo do conhecimento não fizesse sentido para os aprendizes.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

Flick (2004) defende que para se tomarem as melhores orientações metodológicas, é imprescindível diagnosticar os problemas, clarificar as questões às quais se procura dar resposta e definir as hipóteses de estudo.

Nesta investigação pretendeu-se estudar o seguinte problema: os alunos demonstram falta de interesse/ motivação e evidenciam dificuldades de compreensão na temática de Eletricidade do 9.º ano do Ensino Básico.

Assim, centrámo-nos nas seguintes questões orientadoras:

- Qual o efeito da aplicação conjunta de APLs e REDs em ambiente colaborativo, na aprendizagem da Eletricidade pelos alunos do Ensino Básico?
- Qual o efeito do auxílio prestado aos professores na aplicação eficaz dos recursos interativos, na aprendizagem da Eletricidade pelos alunos do Ensino Básico?

Na antevisão de possíveis respostas às questões anteriormente apresentadas conduziu-nos ao estabelecimento das seguintes hipóteses (H):

H1: O auxílio prestado aos professores na aplicação e exploração de recursos interativos em ambientes colaborativos, conduz a uma melhor aprendizagem por parte dos alunos.

H2: A conjugação da aplicação de recursos interativos em ambientes colaborativos e a formação especializada em metodologias ativas conduz a uma melhor aprendizagem dos alunos.

No primeiro ano letivo deste estudo (2013/ 2014) pretendeu-se compreender qual o impacto do auxílio prestado às professoras na aprendizagem dos alunos. Assim, a forma de atuação nos dois grupos de estudo pautou-se pelas seguintes diferenças:

- ✓ **Grupo Experimental (GE)** – foi prestado auxílio às professoras na implementação dos recursos didáticos interativos.
- ✓ **Grupos de Controlo (GC)** – a professora não teve qualquer formação na exploração dos recursos didáticos interativos.

No segundo ano letivo deste estudo (2014/ 2015) pretendeu-se compreender qual o impacto na aprendizagem dos alunos, da conjugação dos recursos educativos

interativos com a formação especializada em metodologia interativa na prática letiva. Assim, no...

- ✓ **Grupo Experimental (GE)** – os recursos educativos foram implementados pela autora deste estudo, seguindo uma metodologia interativa, em ambiente colaborativo.
- ✓ **Grupos de Controlo (GC)** – os alunos tiveram um ensino tradicional (metodologia expositiva) e sem acesso a recursos educativos interativos.

Para conseguirmos antever possíveis conclusões deste estudo optámos por levar em linha de conta a convicção de vários autores.

Sokoloff (1995) defende que a realização de Atividades Práticas de Laboratório (APLs) é indispensável para conduzir à compreensão e à assimilação de conceitos da Física, uma ciência reconhecidamente experimental. Por seu lado, Novak et al. (1999) defendem que esta visão do ensino e aprendizagem é tão indispensável como aquelas que têm por base a exploração de recursos educativos digitais (REDs) e o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

Na sua globalidade, as APLs, os REDs e em geral as TIC, disponibilizam ao professor um leque de opções que vão certamente ao encontro da panóplia de metodologias existentes, conducentes à eficaz aprendizagem conceptual pelos estudantes. Bastará para tal, que estejam ao dispor do professor adequados recursos materiais e tecnológicos e que ele tenha a capacidade de os utilizar. Desta forma, ele poderá criar um ambiente colaborativo, onde os alunos trabalhem em grupos heterogéneos para maximizarem as suas aprendizagens (Johnson *et al.*, 1993).

3. POPULAÇÃO DO ESTUDO

Segundo Gall *et al.* (2003), a população engloba todos os membros de um grupo de elementos, no qual se pretende generalizar os resultados obtidos no estudo. Na opinião de Carmo & Ferreira (1998), existem duas técnicas para a seleção da amostra: i) a probabilística e a ii) não probabilística. A primeira reporta-se à situação em que cada elemento é escolhido tendo em conta a probabilidade real de ser incluído na amostra e na segunda, cada elemento é escolhido tendo em consideração os objetivos da investigação, bem como alguns outros parâmetros que se consideram relevantes. No nosso estudo optou-se por uma população que obedeceu a critérios não probabilísticos de seleção, também designada de amostra empírica.

A investigação foi realizada ao longo de dois anos letivos, em escolas públicas do Ensino Básico, pertencentes ao distrito de Lisboa. Em cada ano letivo participaram todos os alunos que frequentavam o 9.º ano e as respetivas professoras (no caso do primeiro ano de investigação).

No ano letivo de 2013/2014 o estudo foi aplicado na Escola Básica 2,3 Roque Gameiro (Amadora) e no ano letivo 2014/2015 na Escola Básica de Alcabideche (Cascais) e no Agrupamento de Escolas Ibn-Mucana (Cascais).

Apenas no segundo ano letivo do estudo, a intervenção foi implementada por mim, tendo essa atuação ocorrido na Escola Básica de Alcabideche.

No próximo capítulo apresentam-se os resultados obtidos da aplicação de uma ficha de caracterização do(a) aluno(a).

4. RECURSOS EDUCATIVOS INTERATIVOS

Este subcapítulo tem como mote a apresentação e descrição dos recursos educativos interativos que constam na planificação de atividades dinamizadas nas aulas de Física de 9.º ano de escolaridade.

Nesta investigação, foram elaborados os seguintes recursos educativos interativos:

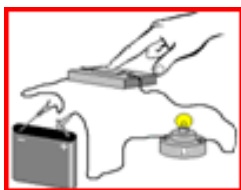


- ✓ 11 Atividades Práticas de Laboratório (**APLs**).
- ✓ 9 Roteiros de Exploração de *Software* Educativo (**RESEs**).
- ✓ 10 Roteiros de Exploração de Vídeo Educativo (**REVEs**).
- ✓ 7 **Quizzes**.
- ✓ 1 *WebQuest* (**WQ**).

No **Anexo B** encontram-se os recursos educativos acima referidos.

Os protocolos experimentais, os roteiros (de *software* educativo e de vídeo educativo) e a *WebQuest* foram entregues na versão em papel a cada um dos alunos. Para uma melhor organização dos documentos, os alunos foram incentivados a criar um portefólio da disciplina.

No caso dos protocolos e dos roteiros, sentimos também a necessidade de criar um logótipo para cada tipologia de recurso educativo (tabela 8).

Tabela 8 – Logótipo de cada guião.

APL	RESE	REVE
		

A tabela 9 apresenta a distribuição dos recursos elaborados pelos subdomínios das Metas Curriculares de CFQ, mais concretamente da unidade didática de Eletricidade.

Tabela 9 – Enquadramento dos recursos educativos elaborados nos subdomínios das Metas Curriculares.

Subdomínio	Tipologia de recurso	Título
1. Corrente elétrica e circuitos elétricos (19 Tempos de 45/50 minutos)*	APL	APL1 - Eletricidade estática. APL2 – Eletricidade no céu. APL3 – Sinos de Benjamim Franklin. <u>APL4 – Circuitos eletrizantes.</u> <u>APL5 – Condutores & Isoladores.</u> <u>APL6 – Medição da tensão.</u> <u>APL7 – Medição da corrente elétrica.</u> <u>APL8 - Tipos de circuitos elétricos.</u> <u>APL9 – Associação de Pilhas.</u> APL10 – Lei de Ohm.
	RESE	RESE1 – Balões e eletrização. <u>RESE2 – Portadores de carga elétrica.</u> <u>RESE3 - Corrente elétrica e tensão na associação das lâmpadas.</u> <u>RESE4 – Multímetro digital e resistência elétrica.</u> <u>RESE5 - Lei de Ohm.</u> <u>RESE6 – Reóstato.</u>
	REVE	REVE1 – Processo de eletrização. REVE2 – História da eletricidade. REVE3 – A eletricidade vista pelos curiosos. <u>REVE4 – Fenómenos eletrizantes.</u> <u>REVE5 – Andar ao sabor da corrente.</u> <u>REVE6 – Pilha de Volta.</u> <u>REVE7 – Corrente elétrica.</u> <u>REVE8 – Resistência elétrica.</u>
	QUIZ	<u>QUIZ 1 – Corrente elétrica & Bons e maus condutores elétricos.</u> <u>QUIZ 2 – Caracterização e representação dos circuitos elétricos.</u> <u>QUIZ 3 – Diferença de potencial.</u> <u>QUIZ 4 – Corrente elétrica.</u>

		<u>QUIZ 5</u> – Associação de lâmpadas. <u>QUIZ 6</u> – Pilhas em série. <u>QUIZ 7</u> – Lei de Ohm.
2. Efeitos da corrente elétrica e energia elétrica (5 tempos de 45/50 minutos)*	APL	APL11 – Efeitos da passagem da corrente elétrica.
	RESE	<u>RESE7</u> – Choques elétricos <u>RESE8</u> – Fusíveis <u>RESE9</u> – Efeitos produzidos pela corrente elétrica.
	REVE	<u>REVE9</u> – “Dicas” de segurança. <u>REVE10</u> – Curto-circuito.
	WQ	À descoberta da sustentabilidade energética.

*Beleza & Cavaleiro, 2015

Na tabela 9 indicamos também uma sugestão do número total de tempos letivos (45 ou 50 minutos) que poderá ser dedicado a cada um dos subdomínios das Metas Curriculares, baseada na informação que consta num Guia do Professor (Beleza & Cavaleiro, 2015).

Como se depreende da análise da tabela, construímos intencionalmente alguns recursos que vão um pouco para lá das Metas Curriculares (APL1, APL2, APL3, RESE1, REVE1, REVE2, REVE3), disponibilizando assim recursos extra a pensar naqueles alunos que solicitam mais tarefas e/ou possibilitando a sua exploração futura em ambientes menos formais de ensino, como seja num clube de ciências. Para o caso da Lei de Ohm e dos Efeitos da Passagem da Corrente Elétrica, elaborámos tanto uma APL, como um RESE, dando ao professor aplicador a possibilidade de optar por uma modalidade ou outra, mediante a disponibilidade de recursos materiais e tecnológicos da escola ou antevendo a situação em que um dos recursos (APL ou *software* educativo) pudesse receber maior receptividade por parte dos alunos.

Na coluna da direita da tabela 10, encontram-se a negrito os recursos educativos sugeridos para implementação em sala de aula.

Nos dois anos letivos em que levámos a cabo este estudo, optámos por planificar a unidade de Eletricidade para o 3.º período, para que os conceitos de Força, Energia e Estrutura Atómica (contemplados nos domínios Movimentos e Forças - Física e Classificação dos Materiais - Química) fossem previamente estudados e clarificados.

4.1. ATIVIDADES PRÁTICAS DE LABORATÓRIO

Os protocolos das Atividades Práticas de Laboratórios (APL) estão subdivididos em sete secções (figura 23).

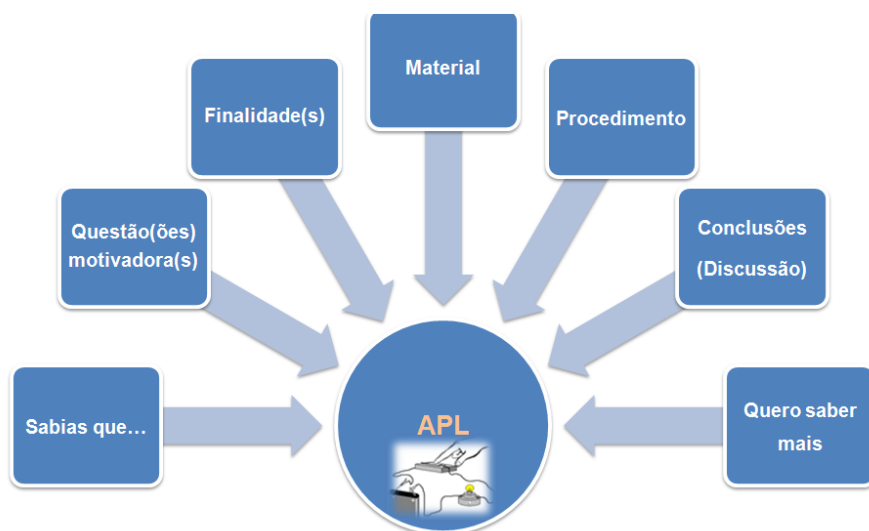


Figura 23 – Estrutura das APLs.

Essas secções são:

Sabias que... - apresenta-se uma curiosidade do dia-a-dia ou a descrição de um facto histórico que permite aguçar a motivação dos jovens.

Questão(ões) motivadora(s) – o aluno é convidado a refletir sobre uma ou várias questões de resposta pouco óbvia. (Neste momento, propusemos às professoras da Escola Básica 2,3 Roque Gameiro que recolhessem as hipóteses dos alunos.)

Finalidade(s) – os alunos são esclarecidos do(s) objetivo(s) da APL.

Material – é feita uma listagem de equipamentos necessários para a realização da APL, tendo o professor a liberdade de efetuar os reajustes necessários.

Procedimento – é indicado uma sequência de ações a realizar pelos alunos, onde se intercalam questões, com o intuito de os alertar para etapas que se considerem serem mais pertinentes para eles alcançarem os objetivos da APL.

Conclusões (e discussão) – o aluno deverá registar as conclusões e aplicar os

conhecimentos adquiridos para dar resposta à(s) questão(ões) motivadora(s) e para explicar outras situações do dia-a-dia. No caso das APLs em que são recolhidos valores numéricos, é solicitado adicionalmente a interpretação dos mesmos.

Quero saber mais – Sob o mote: “Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais...”, o aluno é convidado a efetuar uma pesquisa, com o objetivo de desvendar a resposta a um desafio que lhe é lançado (figura 24).

QUERO SABER MAIS

Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre a condutividade elétrica, então desafio-te a leres com atenção o texto que se encontra alojado no seguinte endereço eletrónico:

http://www.ciencia20.up.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=120:porque-e-que-as-enguias-eletricas-nao-morrem-eletoeutadas&catid=12:perguntas-e-respostas&highlight=YToxOntpOjA7czo3OiJlYXRlcmlhlt9



4. Indica por palavras tuas e recorrendo a linguagem científica, a justificação apontada pela comunidade científica para o facto da enguia elétrica não morrer eletrocutada se o seu habitat é a água (solução boa condutora de eletricidade).

Figura 24 – Secção “Quero saber mais” da APL 5.

4.2. ROTEIROS DE EXPLORAÇÃO DE SOFTWARE EDUCATIVO

Os Roteiros de Exploração de *Software* Educativo (RESE) estão subdivididos em quatro secções (figura 25).



Figura 25 – Estrutura das RESEs.

Estas secções são:

Introdução – é feito um enquadramento teórico da atividade e dadas instruções gerais para a exploração do(s) *software* educativo(s).

Entrar na simulação – indicam-se algumas instruções para aceder ao *software* e apresenta(m)-se o(s) respetivo(s) *link*(s).

Vamos explorar a simulação – para *software* mais complexos apresenta-se inicialmente um tutorial explicativo de cada *Menu* e dos respetivos botões de seleção. Também aqui os alunos são convidados a seguir um conjunto de instruções, intercaladas com questões associadas às observações realizadas.

Resultados e as minhas conclusões – os alunos são convidados a registar valores e a fazer uma análise crítica dos mesmos. É ainda pedido para aplicarem os seus conhecimentos a outras situações do dia-a-dia.

4.3. ROTEIROS DE EXPLORAÇÃO DE VÍDEO EDUCATIVO

Os vídeos foram utilizados neste estudo para introduzir um novo assunto, já que se objetivam por despertar a curiosidade e a motivação para o tema a ser discutido.

Os vídeos podem ser utilizados para responder a questões, assim como para levantar outras. No final, o professor poderá solicitar aos alunos um resumo do que acabaram de ver e ouvir.

Todos os vídeos têm uma duração de aproximadamente 7 minutos e os alunos foram incentivados a fazer uma primeira visualização antes da aula.

Os Roteiros de Exploração de Vídeo Educativo (REVE) estão subdivididos em três secções (figura 26).



Figura 26 – Estrutura dos REVEs.

Estas secções são:

Introdução – é feito um enquadramento teórico da atividade e os alunos são elucidados que, para o caso de não ficarem esclarecidos, poderão rever a totalidade ou uma porção do vídeo sempre que necessitarem.

Entrar no vídeo – indicam-se algumas instruções para aceder ao vídeo educativo e apresenta-se o respetivo *link*.

Questões – apresentam-se algumas questões (resposta curta, correspondência, seleção, resposta aberta) que seguem a mesma sequência do vídeo. Por vezes, inclui-se também informação adicional que não está contemplada no vídeo e chama-se à atenção para determinadas incorreções científicas pontuais que são apresentadas em alguns recursos interativos disponíveis na internet.

4.4. QUIZZES

Para a construção dos 7 *Quizzes* (questionários de seleção) recorreu-se ao *software Hot Potatoes*. Optámos por formatar os jogos didáticos para que finalizada cada questão, o aluno tivesse a indicação: i) se tinha bloqueada a opção cientificamente correta (quando o aluno acerta, aparece uma mensagem de parabéns e sempre que erra, aparece uma mensagem de incentivo para que tente novamente) e ii) da cotação alcançada. Este programa permite também limitar o intervalo de tempo para cada resposta, porém não ativamos esta opção por considerarmos que se o fizéssemos poderíamos comprometer negativamente o momento da reflexão individual.

Porém, os alunos foram informados que teriam de dar a sua resposta individual após 2 minutos da leitura da questão, através de um sistema de votação recorrendo aos cartões de resposta. Esta limitação do intervalo de tempo de resposta propiciou a que os alunos não começassem a matematizar e assim, criaram-se ambientes favoráveis à compreensão conceptual.

Incluímos nos *Quizzes* maioritariamente questões de natureza conceptual (figura 27) e o número de questões em cada um deles variou entre 2 (*Quizzes* 3, 4 e 6) e 7 (*Quiz* 7).

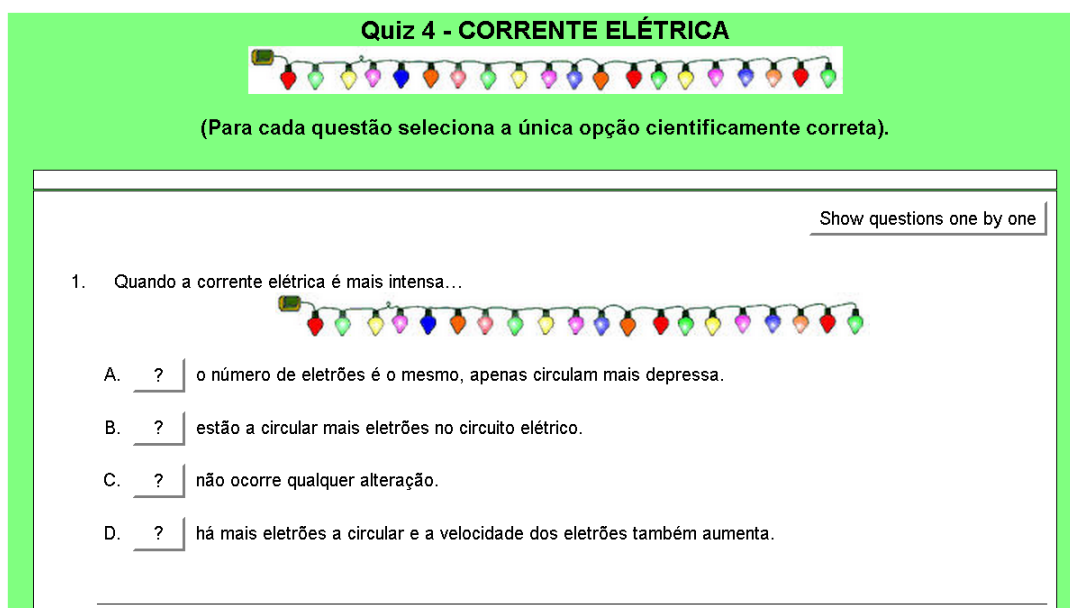


Figura 27 – Template de uma porção do Quiz 4 (Corrente Elétrica).

4.5. WEBQUEST

A *WebQuest*, intitulada de “À descoberta da sustentabilidade energética” foi elaborada tendo por base seis secções (figura 28).



Figura 28 – Template da imagem inicial da *WebQuest*.

Assim, apresenta:

- ✓ **Introdução:** O texto aparece dirigido aos alunos, motivando-os para a aprendizagem que será iniciada.
É feito um apelo aos alunos para refletirem sobre as suas ações diárias, que podem afetar positiva ou negativamente a sua pegada ecológica. São ainda informados que com a realização desta atividade irão desenvolver competências sobre o uso sustentável da energia elétrica e analisar criticamente os valores de grandezas físicas inscritas nos diversos eletrodomésticos do dia-a-dia.
- ✓ **Tarefas:** são apresentados os possíveis formatos do trabalho final.

- ✓ **Processo:** é explicada a estratégia que deverá ser seguida, nomeadamente a caracterização e constituição dos grupos de trabalho, bem como as etapas de resolução para a apresentação do projeto final.
- ✓ **Fontes:** são disponibilizados diversos *links* para pesquisa.
- ✓ **Avaliação:** o aluno é informado sobre como o seu desempenho será avaliado e em que situação será individual ou coletivamente.
- ✓ **Conclusão:** A atividade é encerrada com a apresentação das competências que devem ser desenvolvidas e desafiando os alunos a darem continuidade às suas pesquisas, sobre outro tema não diretamente explorado nesta *WebQuest*.

5. METODOLOGIAS, MÉTODOS E TÉCNICAS DE INVESTIGAÇÃO

Neste subcapítulo pretendemos apresentar a metodologia de investigação que foi aplicada no presente estudo.

Na opinião de Estrela (1994), a metodologia consiste num conjunto de técnicas e métodos de investigação, onde estão incluídos sujeitos, pertencentes a um determinado contexto geográfico e por conseguinte, a uma determinada realidade sociocultural.

No que concerne aos conceitos de método e técnica de investigação, encontram-se diversas definições, mediante o autor em questão. Segundo Grawitz (1993) e citado por Carmo e Ferreira (1998), um método define-se como “um conjunto concertado de operações que são realizadas para atingir um ou mais objetivos, um corpo de princípios que presidem a toda a investigação organizada, um conjunto de normas que permitem selecionar e coordenar as técnicas”. O conceito de técnica apresenta-se como os “procedimentos operatórios rigorosos, bem definidos, transmissíveis, suscetíveis de serem novamente aplicados nas mesmas condições, adaptados ao tipo de problema e aos fenómenos em causa”.

O tipo de método selecionado para a investigação educacional está condicionado ao desígnio do investigador, nomeadamente com o(s) problema(s) colocado(s) inicialmente e os objetivos a alcançar. Segundo Pérez (2000) a escolha da metodologia de investigação é uma tarefa crucial no estudo, mas também complexa de levar a cabo. Na verdade nem todos os problemas apresentam as mesmas especificidades e nem sempre se podem aplicar métodos e técnicas similares.

Segundo Pardal e Lopes (2011), o método científico apresenta, entre outras, as seguintes características fundamentais:

- ✓ É fáctico, isto é, tem uma “referência empírica”.
- ✓ Transcende aos factos, isto é, embora partindo dos factos, “transcende-os”.
- ✓ Recorre à verificação empírica para alcançar respostas aos problemas inicialmente definidos, exigindo uma constante confrontação com a realidade.

- ✓ É autocorretivo e progressivo: rejeita ou ajusta as conclusões e não aceita as conclusões como infalíveis e finais, estando aberto a novas contribuições.
- ✓ As suas formulações são do tipo geral.
- ✓ É objetivo, mas não segundo uma modalidade ingénua, já que não se poderá isolar completamente o investigador da sua cultura e dos seus valores. Assim, a verdade dos factos será alcançada se o investigador fizer um esforço para ser imparcial.

Reconhecemos que sendo a escolha do procedimento metodológico difícil para as ciências em geral, é especialmente crítica no âmbito das ciências da educação. Neste domínio e face à heterogeneidade associada aos fenómenos educativos, isso faz com que as ciências da educação procurem adaptar determinadas técnicas características de outras ciências, como a sociologia e a psicologia.

A figura 29 traduz a sequência de um procedimento metodológico segundo uma análise social.

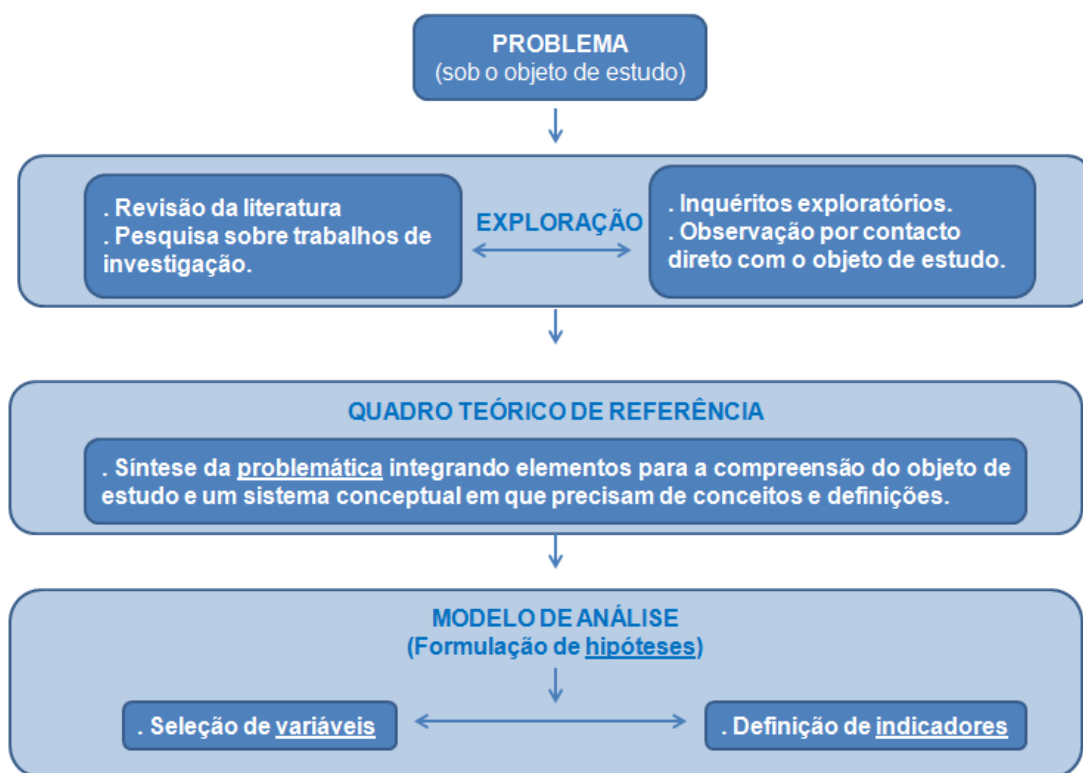


Figura 29 – Modelo de análise social (Adaptado de Pardal & Lopes, 2011).

A construção de uma investigação segue, como ilustra a figura anterior, um

procedimento lógico em que fazem parte os seguintes elementos que permitem a sua operacionalização:

1. Conceitos

Os conceitos “são a base de toda a comunicação e pensamentos humanos” (Goode e Hate, 1972).

Apesar do sistema conceptual não ser de fácil construção, exige uma especial atenção, já que a sua imprecisão poderá gerar dificuldades de apreensão, explicação e compreensão de fenómenos em análise, com prejuízo para a posterior apresentação dos resultados de investigação.

2. Hipóteses

A investigação parte de perguntas de partida, que devem ser precisas, unívocas e realistas, formuladas com o intuito de compreender ou explicar a realidade de estudo.

A hipótese constitui uma linha orientadora da investigação que facilita a seleção de dados e a organização da sua análise, ao mesmo tempo que permite refutar ou aprovar uma teoria, com base nos dados empíricos. Por vezes, após a comparação entre os modelos teóricos e os dados empíricos, surge a necessidade de formular mais hipóteses e proceder a uma nova avaliação.

Dois problemas podem estar associados à formulação da hipótese. Um prende-se com o desconhecimento do quadro teórico de referência a respeito do objeto de estudo e outro prende-se com o facto de não associar a hipótese à teoria. Por vezes, são levadas a cabo investigações com determinadas temáticas, pelo facto de ter despertado interesse. Sem uma referência teórica, a definição de uma hipótese será uma tarefa complexa.

No nosso estudo as hipóteses encontram-se no subcapítulo 2 do Capítulo III e para a sua formulação, tivemos em consideração o quadro teórico apresentado ao longo do Capítulo II.

3. Variáveis

Um bom desenho de pesquisa exige uma boa definição das variáveis a controlar ao longo do estudo. Independentemente da sua natureza (qualitativas, quantitativas, dependentes, independentes), as variáveis constituem um elemento chave da investigação.

Ressalvamos que a atuação do investigador durante a investigação deverá ser controlada, sob pena que as suas crenças/ cultura/ experiências criem “ruído”

no estudo da relação entre variáveis.

Acontece, em determinadas investigações que na reta final do trabalho se encontram novas variáveis importantes para o estudo. Esta situação não inviabiliza um esforço inicial por parte do pesquisador, para descobrir todas as variáveis alvo de estudo.

Segundo Goode e Hate (1972) a tarefa de descoberta das variáveis ficará mais facilitada se o investigador:

- ✓ Se inteirar sobre a bibliografia e sobre a temática em estudo.
- ✓ Analisar o problema com outros colegas mais experientes.
- ✓ Tiver conhecimento de trabalhos não publicado sobre o assunto.
- ✓ Desenvolver hipóteses claras em concordância com o referencial teórico.
- ✓ Estabelecer o contacto direto, sempre que possível, com o fenómeno em estudo.

Neste trabalho, as variáveis de pesquisa foram: **i)** uso de recursos educativos interativos; **ii)** práticas pedagógicas das professoras que participaram na intervenção e **iii)** as aprendizagens significativas dos alunos.

4. Indicadores

Os indicadores são instrumentos que permitem classificar o que foi observado nas diversas dimensões do estudo.

No próximo subcapítulo apresentamos os indicadores aplicados na presente investigação.

5.1. INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Qualquer investigação carece de uma avaliação para confirmar a consistência das hipóteses definidas. Podem ser aplicados uma panóplia de instrumentos de avaliação, tais como: fichas, grelhas de observação de aulas e/ou transcrições de aulas, inquéritos e entrevista.

A tabela 10 mostra os instrumentos de avaliação aplicados neste estudo, distribuídos por ano letivos e por grupo de estudo. A sua apresentação segue a sequência cronológica de sua aplicação.

Tabela 10 – Instrumentos de avaliação aplicados neste estudo.

Instrumentos	2013/ 2014		2014/ 2015	
	ALUNOS (GE/ GC)	PROFESSORAS	ALUNOS (GE)	ALUNOS (GC)
Ficha de caracterização do(a) aluno(a)	X	....	X	X
Teste Diagnóstico	X	....	....	....
Pré-teste de conhecimentos	X	....	X	X
Pós-teste de conhecimentos	X	....	X	X
Inquérito	X	....	X	....
Entrevista	X	X	X	....

5.1.1.FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DO(A) ALUNO(A)

A ficha de caracterização do(a) aluno(a) foi aplicada a todos os alunos antes do ensino da Eletricidade.

Aquando da sua aplicação, os alunos foram informados que no preenchimento dos instrumentos de avaliação (mencionados na tabela 10) apenas deveriam escrever, como elemento identificativo, a turma e o respetivo número, por forma a garantir a sua confidencialidade.

Para que esta etapa fizesse sentido para os estudantes e de forma a garantir a obtenção do máximo de informação, os alunos do primeiro ano da intervenção e os do GE do segundo ano de estudo, foram informados que esta ficha tinha como objetivo auscultar as preferências dos estudantes quanto às metodologias de ensino e aprendizagem mais eficazes, bem como analisar o seu grau de interesse pela disciplina, para mais facilmente ser elaborada a planificação da unidade didática de Eletricidade.

Os alunos do segundo ano de estudo, pertencentes ao GC, foram informados que tinham sido selecionados para participarem numa investigação e como tal, a investigadora pedia a colaboração dos estudantes no preenchimento da ficha.

Os alunos foram informados que as suas respostas não iriam interferir na sua avaliação de final de período.

A ficha está subdividida em quatro secções, intituladas: “Percurso Escolar”; “Caracterização Sociocultural”; “As TIC”; “Atividades Práticas de Laboratório”.

As respostas de todos os alunos foram categorizadas e compiladas num documento.

No **anexo C** encontram-se a ficha de caracterização do(a) aluno(a) e o respetivo documento referente à categorização das respostas dadas.

5.1.2. TESTE DIAGNÓSTICO

A Eletricidade é uma unidade didática do âmbito da Física, considerada por muitos alunos complexa e de difícil compreensão (Neto *et al.*, 1991). Também os investigadores da Didática da Física referem que nesta área da Física, as concepções prévias estão muito enraizadas (Shipstone, D., 1998 e Licht, P., 1991) e que caso estas não sejam bem diagnosticadas e discutidas em contexto de sala de aula, podem constituir um entrave à evolução conceptual e a uma aprendizagem significativa. Assim, a aplicação deste teste diagnóstico contribuiu como um bom ponto de partida para a definição de um desenho didático, ajustado às dificuldades dos estudantes.

O teste diagnóstico é constituído por dez questões de resposta fechada e teve como objetivo apurar as concepções prévias (CP) dos alunos no contexto da Eletricidade. Para a construção do respetivo instrumento de avaliação foi feito um trabalho inicial, que consistiu em averiguar as concepções prévias apontadas na literatura (Neto *et al.*, 1991; Vasconcelos, 1997) e analisar as conclusões de alguns estudos internacionais (Shipstone, 1988; Licht, 1991). A formulação das questões resultou da conjugação deste trabalho de pesquisa, com a adequação às Metas Curriculares.

O teste avalia as concepções prévias no domínio da Eletricidade e nos subdomínios: “Corrente Elétrica e Circuitos Elétricos” e “Efeitos da Corrente Elétrica e Energia Elétrica”, mais concretamente os conhecimentos mentais dos alunos no âmbito da eletricidade estática, caracterização dos componentes de um circuito elétrico; mecanismos de passagem da corrente elétrica; condutibilidade elétrica dos materiais; explicação da analogia hidráulica para a passagem da corrente elétrica; interpretação de grandezas que estão inscritas nos eletrodomésticos de uso diário e distinção entre corrente elétrica e diferença de potencial.

Os alunos que responderam a este teste diagnóstica foram informados que os resultados alcançados não tinham qualquer efeito avaliativo, mas que serviriam de base para apurar os conhecimentos que eles possuíam, para posteriormente se definirem as estratégias mais eficazes à aprendizagem conceptual. Os alunos foram

também advertidos que não deveriam escrever no enunciado e a seleção de cada hipótese de resposta deveria ser dada na folha facultada para esse fim.

Não foi feita com os alunos a correção ou qualquer tipo de análise das várias hipóteses de resposta.

Pareceu-nos que com a implementação do desenho metodológico de promoção do ensino interativo e colaborativo poderíamos confrontar as concepções prévias dos alunos com as concepções científicas, questioná-los sobre as eventuais contradições, promover a evolução conceptual e reavaliar a compreensão dos conceitos de Eletricidade.

No **anexo D** encontram-se o enunciado do teste diagnóstico e a respetiva folha de resposta.

5.1.3. TESTE DE CONHECIMENTOS

O teste de conhecimentos apresenta questões conceptuais para cada conceito chave e permite avaliar quantitativamente o grau de conhecimento do aluno, bem como as possíveis concepções prévias. Numa situação de pós-teste, possibilitam também diagnosticar a eficácia das práticas pedagógicas implementadas pelo professor.

Segundo Mazur (1997), embora não haja regras para a elaboração das questões conceptuais, alguns princípios básicos não devem ser descurados. Assim, elas:

- ✓ **Devem focar apenas um conceito** – Se o professor incluir duas questões numa só (*double barrelled questions*), terá dificuldade em interpretar os dados e em avaliar a compreensão conceptual dos alunos.
- ✓ **Não devem depender de equações para serem resolvidas** – se as questões forem transformadas em resolução de problemas, o professor não conseguirá identificar as dificuldades conceptuais dos estudantes. O ideal será que as opções erradas reflitam as concepções prévias mais comuns dos estudantes.
- ✓ **Devem estar redigidas de forma clara** – uma questão mal interpretada pelo estudante não fornecerá um bom *feedback* para o professor. A taxa de “Não Responde” tende a baixar a sua frequência sempre que as questões são formuladas com clareza – estruturadas com precisão, constituídas com frases curtas.
- ✓ **O grau de dificuldade deve ser adequado à faixa etária para que se destinam, ou seja, nem muito fácil, nem muito difícil** – devemos adequar a linguagem e a profundidade da abordagem dos conceitos às características dos alunos. Sabendo que os estudantes com maiores habilitações académicas tendem a responder com maior atenção e frequência.
- ✓ **Devem conter questões de escolha múltipla** – neste caso o aluno apenas indica uma opção de resposta, facilitando a tarefa do professor quanto à análise da sua compreensão.

Segundo Alonso (2012), as questões de resposta fechada apresentam as vantagens e as desvantagens ilustradas na tabela 11.

Tabela 11 – Vantagens e desvantagens das questões de escolha múltipla.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • Maior rapidez e facilidade de correcção por parte do investigador. • Maior facilidade na categorização das respostas. • Maior confiança nas respostas dadas, já que não são sujeitas a dificuldades de expressão. • Simplificação no tratamento da informação recolhida. • Aplicação mais rápida. • É possível aplicar um maior número de questões, para o mesmo intervalo de tempo. • Menos cansativa para o inquirido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de cobrir as respostas possíveis e relevantes a cada questão. • Limita a originalidade do inquirido. • Não fomenta um elevado grau de concentração do inquirido. • Pode não haver qualquer opção de resposta que expresse a opinião convicta do inquirido. • Mais demorado de elaborar para o investigador.

Avaliando os prós e contras apresentados na tabela anterior, concluímos que a modalidade do teste de conhecimentos que se adequa aos nossos objetivos de investigação é o que contempla questões de escolha múltipla.

As questões de escolha múltipla devem ser reduzidas e adequadas à pesquisa em causa. Assim, elas devem ser desenvolvidas tendo em conta três princípios básicos (Arturo, 2001 e citado por Alonso, 2012):

- ✓ **Princípio da Clareza** - devem ser claras, concisas e unívocas.
- ✓ **Princípios da Coerência** - devem corresponder à intenção da própria pergunta.

- ✓ **Princípio da Neutralidade** - não devem induzir uma dada resposta, mas sim libertar o inquirido do referencial de juízos de valor ou do preconceito do próprio autor.

Boas questões conceptuais podem ser encontradas em manuais como “Física Viva – Uma Introdução à Física conceptual” (Trefil e Hazen, 2006), “*Peer Instruction – A User’s Manual*” (Mazur, 1997) e “*Concept Cartoons In Science Education*” (Brenda e Stuart, 2000).

Em alternativa às propostas anteriormente referidas, também *online* é possível aceder a diversos testes conceptuais. Para um nível universitário, Eric Mazur criou um site (<http://galileu.harvard.edu>) onde disponibiliza diversos testes conceptuais que podem ser consultados por qualquer professor. Para um nível pré-universitário, Paul Hewitt disponibiliza um endereço (www.arborsci.com/next-time-questions) com questões conceptuais, que segundo o autor, devem ser apresentadas aos alunos com a respetiva resposta “retida” para a aula seguinte, potenciando que os alunos discutam entre si (idealmente antes da aula) os seus pontos de vista.

Nesta investigação, construímos e aplicamos um teste conceptual de conhecimentos constituído por 23 questões de escolha múltipla, construído com base no trabalho de Engelhardt e Beichner (2004) e no teste conceitual de Thornton e Sokoloff (2005). O teste avaliava os conhecimentos de corrente eléctrica / circuitos eléctricos e os efeitos da corrente eléctrica. Foi aplicado antes e após a exploração da Eletricidade (pré e pós-teste), com o intuito de calcular ganhos de aprendizagem e assim avaliar o efeito das estratégias de ensino e aprendizagem aplicadas neste estudo.

No primeiro ano de estudo (2013/2014) as professoras titulares das turmas receberam atempadamente as seguintes instruções:

- ✓ Não informar os alunos que após o ensino da Eletricidade, voltariam a resolver o mesmo teste.
- ✓ Pedir aos alunos para não escreverem nos enunciados.
- ✓ Informar que a identificação do(a) aluno(a) é feita através do número e turma a que pertencem.

- ✓ As respostas deviam ser dadas na folha de resposta (para cada questão o(a) aluno(a) deveria indicar a opção cientificamente correta).
- ✓ Os(as) alunos(as) deveriam resolver o teste na aula de CFQ, de forma a garantir que não levassem para casa os enunciados e/ ou folha de resposta.
- ✓ Os enunciados não deveriam ser divulgados, sob pena de perderem a sua confiabilidade.
- ✓ A resolução do teste deveria ser individual e sem qualquer tipo de ajuda. (Mesmo após a aplicação do teste, como pré-teste, não deveria ser dado qualquer esclarecimento.)

A tabela 12 reúne a indicação dos conteúdos programáticos que versam em cada uma das questões do teste de conhecimentos. Para as questões Q10, Q15, Q16 e Q20 estão associados mais do que um conteúdo e para todos os conteúdos, à exceção de um (“Bons e maus condutores de corrente elétrica”), estão associadas várias questões, para dessa forma se avaliar a consistência das respostas dadas.

Tabela 12 – Conteúdos programáticos por questão.

Conteúdos	Identificação da questão
• Interpretação de circuitos elétricos	Q1; Q12; Q13
• Bons e maus condutores elétricos	Q6
• Ligação de resistências em paralelo	Q2; Q3; Q10; Q15; Q16; Q20
• Ligação de resistências em série	Q4; Q5; Q7; Q10; Q15; Q16; Q19; Q20
• Ligação de geradores em série	Q8; Q9
• Lei de Ohm/ Condutores Óhmicos	Q11; Q14; Q17; Q18; Q21
• Efeitos da corrente elétrica	Q22; Q23

A etapa de **validação** do teste de conhecimentos permitiu avaliar o rigor científico na construção das questões e a sua adequação aos conteúdos programáticos de Eletricidade - 9.º ano de escolaridade. Participaram nesta fase o orientador desta investigação, as três professoras titulares das turmas de estudo do primeiro ano de investigação e quatro professores de Física e Química do ensino básico e secundário, uma delas doutorada pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Todos os comentários de melhoria foram tidos em conta para a elaboração da versão

final do teste de conhecimentos, que só posteriormente foi aplicado aos alunos.

No **anexo E** encontram-se o enunciado do teste de conhecimentos e a respetiva folha de resposta.

5.1.4. INQUÉRITO

Segundo Cunha (2007), os inquéritos têm por objetivo identificar as causas de determinadas opiniões e são constituídos por questões que podem não estar relacionadas entre si.

As escalas de atitudes expressam um nível numérico indicador da intensidade da opinião do sujeito perante um objeto.

Anastasi (1990), a propósito das escalas de atitudes, refere que

“A maior parte das escalas de atitudes foram desenvolvidas para serem usadas em projetos de investigação particulares. Algumas foram desenhadas para a investigação de atitudes e moral de funcionários. Outras foram usadas para aceder aos resultados de programas educacionais ou de treino. (...) Uma das aplicações mais importantes da medida das atitudes encontra-se na investigação em psicologia social”.

É complexa a construção de tais escalas. Apresentamos seguidamente a modalidade de escala utilizada neste estudo – Escala tipo *Likert* (1932). Segundo Cunha (2007), esta é composta por um conjunto de frases (itens), em que se pede ao inquirido para selecionar uma das opções que mais se ajusta ao seu nível de concordância, por exemplo desde a opção “discordo totalmente” (nível 1), até ao “concordo totalmente” (nível 5, 7 ou 11).

O estudo estatístico é feito calculando a média dos itens selecionados ao longo do inquérito.

Lima (2000) sugere os seguintes paços para a construção da escala de *Likert*:

1. Elaborar um conjunto de frases que expressem as possíveis opiniões dos alunos (claramente positivo, negativo,...).
2. Para validar a escala usa-se uma amostra representativa da população em que se pretende aplicar a escala de atitudes. É pedido aos alunos que expressem o seu grau de concordância, através de uma escala numérica de 3, 4, 5, 7 ou 11 pontos.

No presente estudo, o inquérito foi aplicado no final do ano letivo, aos alunos dos grupos de intervenção e ao GC da Escola Básica 2,3 Roque Gameiro.

Este instrumento inicia com questões de seleção, em que o aluno tem de avaliar a intervenção selecionando o item (Fraco, Não Satisfaz, Satisfaz Minimamente, Satisfaz, Bom e Muito Bom) que mais se ajusta à sua opinião. Apesar da escala do tipo *Likert* sugerir um número ímpar para os itens de seleção, neste estudo optámos por recorrer aos 6 mencionados anteriormente, já que estes são as menções adotadas pela nossa primeira escola de intervenção e assim, considerámos que poderia facilitar a tarefa dos alunos. Além disso, elimina-se a tendência de escolher o item central, que normalmente corresponde à resposta neutra.

As questões seguintes do inquérito seguem uma tipologia de resposta aberta, dando a liberdade ao aluno de expor criticamente as suas opiniões.

O documento está subdividido em quatro secções. Na **primeira**, questiona-se a opinião dos alunos quanto: **(i)** à qualidade dos recursos e seu enquadramento no âmbito das temáticas da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); **(ii)** ao interesse para que estas estratégias interativas sejam aplicadas em anos subsequentes; **(iii)** ao contributo das metodologias usadas nas aulas para um melhor rendimento/ desempenho escolar. Na **segunda** e **terceira** secções, os alunos têm a possibilidade de expressar em que medida a realização de APLs e a exploração dos REDs contribuíram para uma melhor aprendizagem dos conceitos. Por fim, na **última** secção é solicitado aos alunos que avaliem as estratégias de ensino e aprendizagem implementadas e indiquem sugestões de melhoria.

No **anexo F** encontram-se o enunciado do inquérito e o respetivo documento referente à categorização das respostas dos alunos.

5.1.5. ENTREVISTA

A entrevista constitui uma técnica de recolha de dados de ampla utilização na investigação social e tem sobre o inquérito algumas vantagens adicionais, nomeadamente a possibilidade de obtenção de uma informação mais “rica” (Pardal e Lopes, 2001).

Segundo Bogdan e Biklen (1994)

“A entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspetos do mundo”.

Entre as desvantagens da entrevista, destacamos a limitação de recolha de informação sobre assuntos que o aluno antevê que possa ser prejudicado (por exemplo, o receio que as palavras proferidas venham a afetá-lo negativamente na avaliação final de período) e a dificuldade de aplicar a um universo alargado.

A construção de um guião de entrevista segue os mesmos requisitos que a construção de um inquérito. Assim, será necessário conhecer as teorias existentes a respeito do objeto de estudo, a elaboração de um sistema conceptual e a definição de variáveis a operacionalizar.

Para além disso, a aplicação da entrevista exige do entrevistador uma preparação prévia, tanto a nível do conhecimento, como dos comportamentos necessários face ao entrevistado. O entrevistador deverá estar consciente de determinadas atitudes (forma de expor a questão, gestos, sorrisos, detalhes de linguagem) que podem interferir na resposta do entrevistado.

Quanto à modalidade de entrevista, existem basicamente dois tipos: **1)** entrevista estruturada e **2)** entrevista não estruturada. Entre essas duas modalidades, existe uma variante de grande utilização em investigação social, **3)** entrevista semiestruturada.

Assim, estas tipologias de entrevista apresentam as seguintes características:

1. **Entrevista estruturada:** A entrevista segue rigidamente o guião previamente elaborado. É uma entrevista padronizada, a diversos níveis: na forma de formulação das questões, na sequência destas e nos vocabulários utilizados. Neste caso, entrevistador e entrevistado têm uma atitude muito limitada, sendo que o entrevistado só se poderá limitar a responder ao que lhe é perguntado.

Esta modalidade de entrevista é de difícil aplicação e exige um grande nível de disciplina dos dois elementos intervenientes, correndo-se ainda o risco de limitar a espontaneidade do entrevistado.

2. **Entrevista não estruturada:** Esta modalidade permite maior liberdade de atuação. Trata-se de uma conversa livre entre o entrevistador e o entrevistado acerca de um determinado assunto.
3. **Entrevista semiestruturada:** Esta modalidade não é livre, nem guiada por um conjunto inflexível de perguntas estabelecidas previamente. Assim, o entrevistador possui um referencial de questões abertas, que serão apresentadas à medida que a conversa se vai desenrolando, não necessariamente pela mesma ordem que aparecem no guião, mas à medida que lhe parece oportuno. Pretende-se que o discurso do entrevistado vá fluindo, exprimindo com abertura as suas opiniões sobre os assuntos apresentados.

A função do entrevistador será conduzir a comunicação para os objetivos a que a entrevista se reporta, suscitando o aprofundamento pretendido da informação.

Das várias tipologias de entrevistas, no nosso estudo optámos pela modalidade de **entrevista semiestruturada**. Assim, esta foi aplicada a cada entrevistado, de forma individual, tendo eu, como investigadora e autora deste trabalho, seguido um referencial (guião) de perguntas abertas, dando a abertura suficiente para que o discurso do entrevistado fosse fluindo livremente, expressando as suas perceções e fundamentações. Sempre que se considerou necessário, foram adicionadas e/ou reformuladas questões, de forma a clarificar cada uma das perguntas e a tirar o máximo de informação das respostas dadas. Procurou-se aplicar todas as questões do guião, embora nem sempre pela mesma ordem nele apresentada.

Consideramos que esta modalidade de entrevistas tem um nível de resposta mais abrangente, uma vez que geralmente o entrevistado não se retrai ao expressar as suas opiniões.

No momento que **precedeu à aplicação das entrevistas**, os entrevistados foram informados dos objetivos das mesmas; que as respetivas gravações áudio seriam

exclusivamente para fins da presente investigação e que o anonimato seria garantido (os alunos entrevistados foram codificados pelo número e turma a que pertenciam e as professoras por um número). Estas informações foram sistematicamente transmitidas sempre que se iniciava uma nova entrevista.

Assim, no final de cada ano letivo e após o ensino da Eletricidade, os **alunos** da Escola Básica 2,3 Roque Gameiro (Amadora) e da Escola Básica de Alcabideche (Cascais) foram convidados a participar numa entrevista áudio, em ambiente informal, cujo **objetivo** principal consistia em apurar as vantagens das estratégias de ensino e aprendizagem usadas nas aulas de Física e o potencial motivacional e de compreensão dos recursos educativos, bem como obter sugestões de melhoria.

A **escolha dos alunos** para a participação nas entrevistas foi feita de forma aleatória, mas seguindo um conjunto de critérios fundamentais:

- ✓ Interesse dos alunos para participarem na entrevista.
- ✓ Alunos de ambos os géneros.
- ✓ Alunos de diferentes níveis de aproveitamento escolar.
- ✓ Alunos que tivessem autorização escrita do respetivo Encarregado de Educação para a gravação áudio da entrevista. (De realçar que os Encarregados de Educação foram informados, antes do ensino da Eletricidade, que este estudo teve a aprovação das respetivas Direções escolares, bem como da Direção Geral de Educação do Ministério da Educação e Ciência - **Anexo G.**)

Foram realizadas 5 entrevistas (3 alunos do género masculino e 2 do feminino) na Escola EB Roque Gameiro – Amadora e 8 entrevistas (5 alunos do género masculino e 2 do feminino) na Escola Básica de Alcabideche – Cascais.

No total, foram entrevistados 13 alunos, pois considerámos que se tinha alcançado nessa fase o “ponto de saturação” (Lincoln e Guba, 1985), que de acordo com os autores, sugerem que a recolha de dados deverá terminar sempre que as declarações se começam a tornar repetitivas.

Cientes de que, tal como refere Bourdieu (1999), o conhecimento de que a entrevista estaria a ser gravada poderia causar um certo constrangimento para os entrevistados, procurámos diluir este efeito inibidor. Assim, e principalmente nas entrevistas realizadas com os alunos da Escola EB 2,3 Roque Gameiro – Amadora, em que eu não fui a professora titular das turmas, houve a necessidade de fazer uma introdução mais alongada, não descorando a apresentação descontraída dos dois intervenientes (entrevistadora e entrevistado(a)) e o esclarecimento da importância da informação que seria recolhida para a melhoria das práticas educativas.

No caso das entrevistas aplicadas às três **professoras** da Escola EB Roque Gameiro – Amadora, estas foram também elucidadas da importância da sua partilha de experiências com a implementação dos recursos educativos interativos.

As entrevistas realizadas às três professoras titulares das turmas da Escola EB 2,3 Roque Gameiro – Amadora, tiveram como objetivos apurar, na opinião das entrevistadas, a avaliação que faziam dos recursos educativos no que respeita à melhoria das aprendizagens e motivação dos alunos e à indicação/fundamentação das boas práticas na educação.

Para a etapa referente à **avaliação qualitativa** dos dados recolhidos, optou-se por seguir o esquema ilustrado na figura 30 (Hackmann, 2010), onde se descrevem os passos metodológicos a seguir para a análise de uma entrevista semiestruturada. Assim, procedemos à: **i)** transcrição das gravações áudio recolhidas; **ii)** categorização das respostas dadas; **iii)** avaliação da frequência absoluta de cada uma das categorias; **iv)** análise e interpretação da informação obtida.

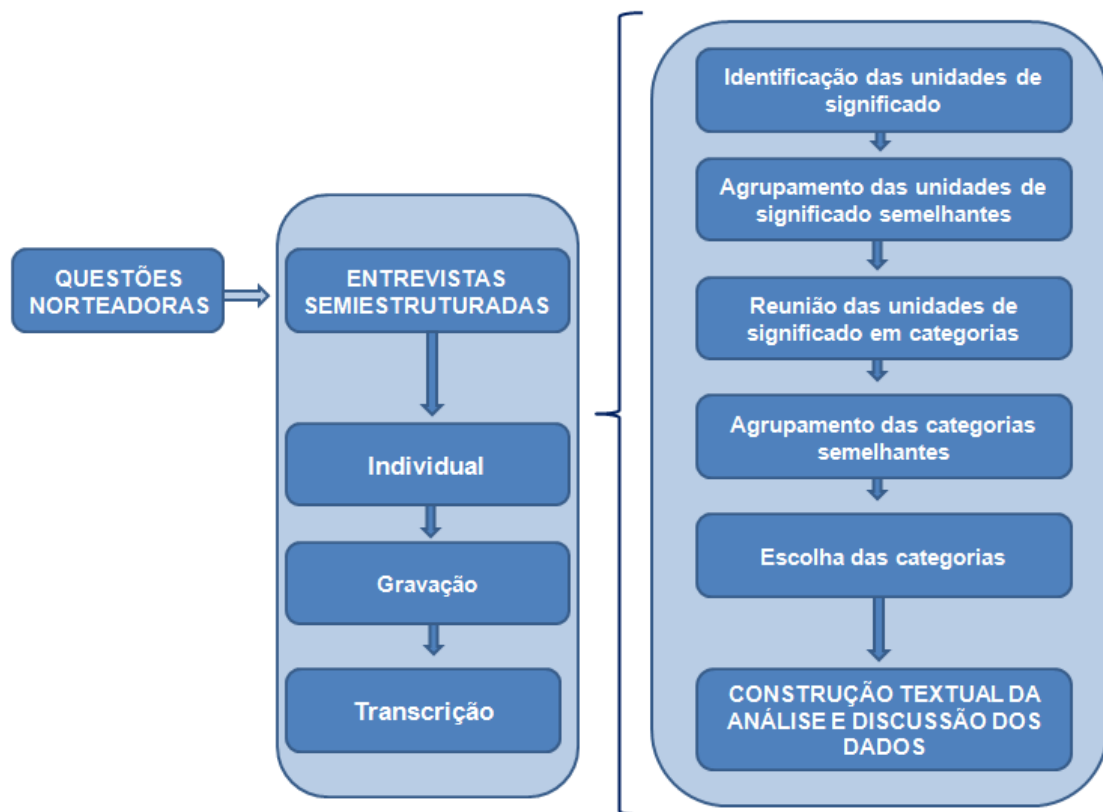


Figura 30 – Etapas da pesquisa qualitativa para a entrevista semiestruturada.
(Hackmann, 2010 *in* Seabra, 2013)

No **anexo H** encontram-se o documento de autorização dos Encarregados de Educação para a gravação da entrevista áudio, o guião da entrevista para alunos e o guião de entrevista para as professoras participantes.

5.2. MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO

Em geral, um investigador tem à sua disposição um referencial de métodos a que pode recorrer para a investigação de um problema. O percurso investigativo escolhido deve estar ajustado ao objeto de estudo e concebido para recorrer a meios que respondam ao objetivo de estudo, possibilitando a evolução do conhecimento acerca desse mesmo objeto.

A tabela 13 apresenta alguns métodos de investigação, de acordo com alguns critérios de procedimento científico – centralidade no objeto de estudo e de obtenção e tratamento de dados.

Tabela 13 – Métodos de investigação.
(Adaptado de Pardal & Lopes, 2011)

Critério	MÉTODO	Descrição geral do método
Centralidade no objeto de estudo	• Clínico	• Estudos de caso individuais em profundidade.
	• Experimental	• Estudo por controlo e manipulação de variáveis. i) Por provocação: modificação intencional de uma variável independente por outra do mesmo tipo. ii) Em laboratório: fora do meio habitual. iii) No campo: no meio habitual.
Obtenção e tratamento de dados	• Quantitativo	• Privilegia o recurso a instrumentos e à análise estatística.
	• Qualitativo	• Privilegia o caso singular e operações que não impliquem quantificações e medida.

Seguidamente, apresentamos os métodos que nos pareceram mais adequados à tipologia desta investigação.

5.2.1. MÉTODO EXPERIMENTAL

A aplicação com um cariz didático do método experimental em ciências sociais deve-se a Campbell e Stanley (1963). Numa fase posterior, Campbell, associado a Cook, reformulou e alargou o mesmo “tema”, designadamente no que concerne ao método quasi-experimental (Cook e Campbell, 1979).

De seguida, apresentaremos alguns pontos fulcrais que permitem um melhor enquadramento do método experimental.

Para efeitos de nomenclatura, Campbell & Stanley (1963) e Jesuíno (1989) definiram experiência como um meio para testar as hipóteses causais. Segundo Jesuíno (1989), esta traduz-se na “aplicação dum tratamento, controlada por um experimentador, aos sujeitos experimentais, podendo as consequências desse tratamento ser empiricamente observáveis”. Na terminologia atualmente em vigor, a relação observada tem lugar entre a variável independente, também designada variável de estímulo ou *input* (manipulada pelo experimentador) e a variável dependente, também chamada variável de resposta ou *output* (produzida pelo sujeito ou sujeitos experimentais), tal como referido por Jesuíno (1989) e Carmo e Ferreira (1998).

Para verificar a influência da variável independente sobre a variável dependente, torna-se imprescindível que o investigador procure controlar outras variáveis. No final da investigação será possível concluir se as alterações que em princípio se registaram são consequência direta da manipulação das variáveis independentes (Carmo e Ferreira, 1998).

Para além disso, impõe-se que o investigador garanta as condições necessárias para garantir a validade externa, isto é, que os resultados obtidos possam ser extrapolados para a restante população.

Nos estudos em que se consegue assegurar tanto a validade interna, como a validade externa, poder-se-á inferir que a relação causa-efeito pode ser extrapolada para situações análogas, que contemplam outros contextos e uma amostra diferente.

Porém, ocorre frequentemente a preocupação de maximizar a validade interna, sem que comprometa a validade externa da investigação. Ao efetuarmos um controlo muito rigoroso das condições experimentais e dos sujeitos que intervêm no estudo, corremos o risco de nos afastarmos das condições reais e nesse caso, a generalização dos

resultados obtidos fica comprometida.

Desta forma, Carmo e Ferreira (1998) referem que “o investigador terá de escolher entre um controlo muito rigoroso das condições experimentais ou conduzir a experimentação a condições reais, podendo neste último caso surgirem ameaças à validade interna da experimentação”.

Diversos autores, tais como Campbell e Stanley (1963), Cook e Campbell (1979) e Jesuíno (1999), referem os seguintes fatores que podem constituir uma ameaça à validade interna:

- ✓ **História:** refere-se à ocorrência de um acontecimento específico, que o investigador não poderá controlar, entre a primeira e a segunda medição da variável dependente do estudo. Esse fenómeno pode agudizar-se quando existe um grande intervalo de tempo entre a primeira e a última medição, para estudar as mudanças causadas pela variável independente.
- ✓ **Maturação:** relaciona-se com as alterações que ocorrem nos sujeitos que participam no estudo, nomeadamente quando este se prolonga por longos meses. Um exemplo clássico que é habitualmente apresentado, de forma a clarificar os efeitos deste fator é aquando da investigação do impacto de determinadas estratégias de ensino e aprendizagem, para apurar se houve melhorias no desenvolvimento de competências de leituras nas crianças. Nestas circunstâncias e quando as observações são aplicados com um intervalo de, por exemplo, dez meses, as conclusões podem ser erróneas, na medida em que após esse intervalo de tempo é de esperar que a criança, independentemente da estratégia aplicada, consiga aperfeiçoar a sua leitura.
- ✓ **Testagem:** pode ocorrer quando se opta por aplicar o mesmo teste antes e depois da intervenção. A melhoria dos resultados registados no pós-teste podem dever-se ao facto do aluno estar a responder às mesmas questões e nesse intervalo ocorre um processo natural de aprendizagem e acumulação de experiências. Acresce ainda o efeito da memorização ou de aprendizagem das respostas.
- ✓ **Instrumentação:** consiste na aplicação de instrumentos de recolha de dados. Este fator torna-se importante sempre que as medições apresentem pouca fiabilidade ou que ofereçam pouca consistência ou então pelo facto das observações serem feitas de formas diferentes ao longo do estudo de investigação.
- ✓ **Seleção:** esta ameaça aos efeitos observados ocorre quando os elementos

constituintes do grupo de controlo e experimental já estavam inicialmente formados, tal como acontece quando se opta por escolher alunos pertencentes às turmas já existentes e estes apresentam significativas diferenças iniciais. Quando se seleciona uma amostra aleatória dos grupos, pode-se minimizar os problemas da seleção. No entanto, caso não seja possível, deve-se ter o cuidado de selecionar dois grupos o mais equivalentes quanto possível e aplicar um pré-teste como certificação dessa condição.

- ✓ **Mortalidade:** está relacionada com a perda de participantes, de ambos os grupos, podendo registar-se no pré-teste, durante a experiência e no pós-teste. Caso se verifique o abandono de um ou mais participante no estudo, este(s) não deve(m) ser considerado(s) para o tratamento dos dados estatísticos.
- ✓ **Regressão estatística:** resulta da tendência de subgrupos que apesar de alcançarem pontuação elevada no pré-teste, terem a tendência de diminuir a classificação no pós-teste e vice-versa.
- ✓ **Interações com a seleção:** diz respeito às ameaças anteriormente apresentadas poderem interagir com a seleção, levando a resultados inconclusivos. A mais frequente é a interação seleção/ maturação, resultantes de grupos de pessoas que apresentam diferentes graus de maturação.

No que concerne à validade externa, esta determina se as relações de causa e efeito encontradas na experiência podem ser generalizadas, isto é, se é aceitável generalizar os resultados obtidos a outros contextos. Segundo Carmo e Ferreira (1998) as ameaças que podem pôr em causa a generalização dos resultados são:

- ✓ **Efeito de interação da testagem** (interação pré-teste/ tratamento): resulta do facto do pré-teste poder aumentar ou diminuir a sensibilidade do sujeito à variável experimental, tornando os resultados obtidos pouco influenciados pelas metodologias aplicadas. Este efeito poderá ser diagnosticado quando os sujeitos evidenciam a influência do pré-teste na experiência.
- ✓ **Efeitos reativos dos arranjos experimentais:** afetam a generalização dos efeitos a pessoas que geralmente não estão expostas a esse tipo de arranjos. Associados a estes efeitos estão os sujeitos que se apercebem que pertencem ao grupo experimental e do tipo de tratamento que irão ser alvo, poderem eventualmente contribuir para uma alteração dos resultados. De referir também que o efeito da motivação poderá contribuir para um incremento dos resultados obtidos.

- ✓ **Interferência dos tratamentos múltiplos:** resulta da aplicação de diversos tratamentos aos mesmos sujeitos, dado não ser possível eliminar os efeitos de tratamentos anteriores.

Face ao exposto, somos da opinião que o investigador deverá proceder de forma a promover a diluição das possíveis ameaças que possam surgir. Conscientes de que essa é uma tarefa complexa, partilhamos a visão apresentada por Jesuíno (1999), quando refere que

“A maximização da validade interna passa pelo controlo rigoroso da variável, com possível sacrifício para a validade externa, ou seja, para a generalização dos resultados para além do laboratório”.

A tipologia do método experimental aplicado está dependente das hipóteses lançadas pelo investigador e das condições que ele tem ao seu dispor. Neste estudo recorreremos a amostras não aleatórias, trabalhando com os alunos das turmas já constituídas. Neste contexto, este estudo não terá um cariz experimental, mas sim quase-experimental.

5.2.2. MÉTODOS QUALITATIVO E QUANTITATIVO

Qualquer investigador, independentemente da sua área de atuação, está preocupado em alcançar validade interna e externa nos resultados obtidos. Para tal, é necessário uma eficaz aplicação de métodos de investigação, como por exemplo os qualitativos e os quantitativos.

Os métodos de natureza quantitativa privilegiam modelos matemáticos e estatísticos nas diversas etapas da investigação, desde a recolha de dados até à sua interpretação. Os métodos de natureza qualitativa recorrem a técnicas tão variadas como a semiótica, a hermenêutica, a observação, a análise de artefactos.

Ressalvamos aqui que a investigação não deixa de ser qualitativa se, de forma assessoria usar dados numéricos e recorrer a métodos matemáticos para a interpretação dos resultados.

A investigação qualitativa tende a responder às questões iniciadas por “Como” ou “Por que” e não usar uma perspetiva mais quantitativa como: “Quantos” ou “Com que frequência”.

A tabela 14 indica algumas diferenças entre as estratégias de investigação – qualitativa e quantitativa.

Tabela 14 – Algumas diferenças entre a investigação qualitativa e a Quantitativa.

(Adaptado de Pardal & Lopes, 2011)

Investigação QUALITATIVA	Investigação QUANTITATIVA
<ul style="list-style-type: none"> • Ênfase na complexidade social. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ênfase na regularidade e estabilidade dos fenómenos sociais.
<ul style="list-style-type: none"> • Preocupação com a explicação dos acontecimentos. Valorização dos significados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Preocupação com a explicação causal dos fenómenos.
<ul style="list-style-type: none"> • Generalizações analíticas: valorização da transferibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorização da nomotética: valorização da validade externa.

Investigação QUALITATIVA	Investigação QUANTITATIVA
<ul style="list-style-type: none"> Diversidade de modelos de recolha e tratamento de dados, incluindo quantificação. 	<ul style="list-style-type: none"> Ênfase em modelos matemáticos na recolha e tratamento de dados.
<ul style="list-style-type: none"> Ênfase no processo de investigação. 	<ul style="list-style-type: none"> Ênfase no produto de investigação.
<ul style="list-style-type: none"> Assunção da subjetividade no processo de investigação: ênfase na compreensão do fenómeno a partir do interior. 	<ul style="list-style-type: none"> Assunção na objetividade: distanciamento face ao objeto de estudo. Ênfase na explicação do fenómeno a partir do exterior.
<ul style="list-style-type: none"> Valorização da sensibilidade do investigador. 	<ul style="list-style-type: none"> Preocupação com a neutralidade do investigador.

Neste estudo optou-se por uma modalidade de investigação mista, por ser a mais adequada ao tratamento dos dados experimentais. A tabela 15 representa, para cada instrumento utilizado na nossa investigação, a modalidade de avaliação efetuada.

Tabela 15 – Método de tratamento de dados para cada instrumento de avaliação.

Instrumentos de avaliação	QUALITATIVO	QUANTITATIVO
Ficha de caracterização do(a) aluno(a)	X	.....
Teste Diagnóstico	.....	X
Pré-teste de conhecimentos	.....	X
Pós-teste de conhecimentos	.....	X
Inquérito	X	.....
Entrevista	X	.....

Segundo Godoy e Lage (2008) a utilização de *software* criados para a auxiliar no tratamento de dados qualitativos - CAQDAS (*Computer Aided Qualitative Data Analysis Software*), tem recebido por parte de diversos autores uma opinião favorável

quanto à sua utilidade, eficácia e facilidade de uso. É relatado ainda que, por oposição, há ainda outros autores que manifestam algumas reticências em relação aos benefícios conseguidos.

Neste estudo seguimos a recomendação de Johnston (2006), que defende que a utilização de CAQDAS não traz benefícios significativos, no caso de existir um volume relativamente pequeno de **dados qualitativos**. Assim, na análise descritiva recorreu-se à caracterização das variáveis qualitativas através das frequências absolutas e relativas, auxiliando-nos no uso do *Microsoft Excel*.

Para a **avaliação quantitativa** dos dados, recorreremos ao *Microsoft Excel* e ao *Statistic Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 20.0.. Neste caso utilizaram-se as medidas estatísticas: mínimo, máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação. O coeficiente de variação - CV ((desvio padrão/média) x 100 %) permite comparar a percentagem de dispersão de uma variável face a outra. Na opinião de Pestana e Gageiro (2005), se:

- ✓ $CV \leq 15\%$ - dispersão fraca.
- ✓ $15\% < CV \leq 30\%$ - dispersão moderada.
- ✓ $CV > 30\%$ - dispersão elevada.

Para a realização da estatística inferencial utilizou-se sempre que possível técnicas paramétricas: teste *t* para comparação de dois grupos independentes (Pestana e Gageiro, 2005) e teste *t* para cada grupo individual (Pestana e Gageiro, 2005).

Neste estudo, para a implementação e avaliação quantitativa dos **testes de conhecimentos**, seguimos o seguinte plano experimental (Campbell e Stanley, 1966):

Grupo Experimental (GE): $O_1 \ X \ O_2$

Grupo de Controlo (GC): $O_1 \ O_2$

Onde O_1 e O_2 representam as observações, respectivamente antes e depois da intervenção e X representa o estímulo.

A figura 31 evidencia o estímulo aplicado a cada um dos grupos experimentais. Assim, no primeiro ano letivo (2013/2014) o estímulo (X) foi o auxílio prestado às professoras titulares das turmas. No segundo ano letivo (2014/2015) o estímulo (X) foi a aplicação

eficaz de recursos educativos interativos, em ambiente colaborativo.

As observações foram realizadas em ambos os grupos de estudo e correspondem à classificação quantitativa obtidas no pré-teste (O_1) e no pós-teste (O_2), que foram aplicados antes e após o estudo da Eletricidade.

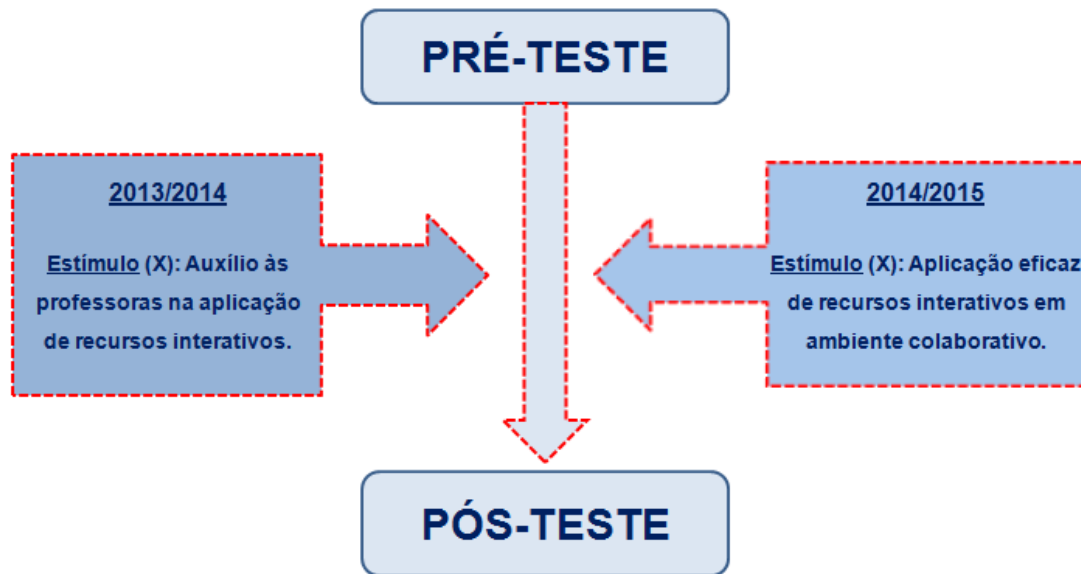


Figura 31 – Estímulos (X) aplicados nos GE, entre os momentos da observação nos anos letivos 2013/2014 e 2014/2015.

Para avaliarmos quantitativamente o desempenho de cada grupo de intervenção, recorreremos ao cálculo do ganho absoluto (G_a) e ao ganho relativo normalizado (G), definidos como (Mazur, 1997; Knight, 2004):

$$G_a = N_f - N_i \quad (1)$$

$$G = \frac{N_f - N_i}{100 - N_i} \times 100 \% \quad (2)$$

onde N_i e N_f , traduzem, respetivamente, as notas médias obtidas no pré e no pós-teste.

O cálculo do Ganho relativo normalizado (G) permitiu conhecer a relação entre o

ganho absoluto e o quanto a nota inicial se afasta da classificação máxima (100 %), tendo em conta a situação de partida do aluno ou conjunto de alunos. Este parâmetro dá-nos, assim, uma informação preciosa sobre o ganho de aprendizagem efetivo da amostra, independentemente dos conhecimentos iniciais.

Os valores obtidos na nossa investigação para o Ganho relativo normalizado (G) foram comparados com outros estudos similares apontados na literatura, realizados em instituições portuguesas e americanas.

Num estudo nacional (Briosa, 2011), realizado em 4 escolas dos concelhos de Matosinhos e Espinho, os resultados de G alcançados pelos alunos de 11.º ano (Física) foram:

- ✓ $11\% \leq G \leq 12\%$ - Ensino tradicional.
- ✓ $19\% \leq G \leq 24\%$ - Ensino interativo.

Para uma realidade internacional, Hake (1998) verificou que o valor de G no teste *Force Concept Inventory* (FCI) apresenta tipicamente os seguintes resultados:

- ✓ $G \leq 20\%$ - Ensino tradicional.
- ✓ $30\% \leq G \leq 70\%$ - Métodos interativos de ensino, como é o caso da Instrução pelos Colegas (IpC).

Hake observou uma diferença estatisticamente significativa nos ganhos normalizados obtidos com o ensino tradicional ($\langle G \rangle = 0,23$) e nos cursos onde foram aplicadas metodologias interativas ($\langle G \rangle = 0,48$).

Também Eric Mazur (1997), após aplicar um estudo de mecânica com alunos do ensino superior, obteve os seguintes resultados educacionais:

- ✓ $G \leq 20\%$ - Ensino tradicional.
- ✓ $38\% \leq G \leq 65\%$ - Ensino centrado no aluno com recurso a metodologias como o Ensino sob Medida (EsM) e a Instrução pelos Colegas (IpC).

A figura 32 traduz um gráfico de ganho absoluto (G_a) em função da classificação do pré-teste (N_i), onde se indica o intervalo de ganho relativo normalizado associado a cada uma das metodologias de ensino. A região associada a um G baixo corresponde

aos valores obtidos com metodologias tradicionais, centradas no aluno; as regiões de G médio e elevado estão associadas metodologias interativas.

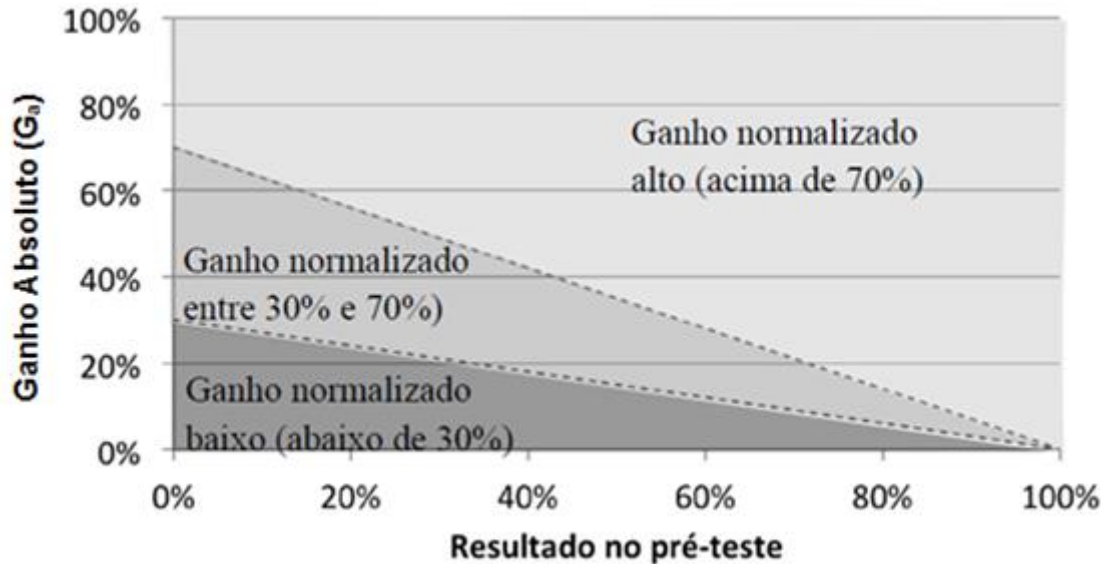


Figura 32 – Intervalos para o ganho relativo normalizado no teste FCI (Hake, 1998).

Estes resultados suportam a hipótese de que as metodologias aplicadas ao GE no presente trabalho de investigação, podem melhorar consideravelmente a eficácia do ensino da Física.

No próximo capítulo apresentamos, por ano letivo de investigação e grupo de estudo, as diferenças nas metodologia de ensino e aprendizagem aplicadas nesta investigação e os resultados obtidos com os instrumentos de avaliação apresentados anteriormente.

CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS

PEDAGÓGICAS

1. ANO LETIVO 2013/ 2014

1.1. INTRODUÇÃO

No primeiro ano do estudo (2013/ 2014), estiveram envolvidos 108 alunos de 9.º ano de escolaridade e 3 professoras (P1, P2 e P3) pertencentes à Escola Básica 2,3 Roque Gameiro – Amadora (distrito de Lisboa).

A formação académica das professoras titulares das turmas que participaram nesta intervenção é a seguinte:

- ✓ **P1** (GE) – licenciada em Química, ramo educacional.
- ✓ **P2** (GE) – Engenheira Química com profissionalização em serviço.
- ✓ **P3** (GC) – Engenheira Química com profissionalização em serviço.

Neste estudo pretendeu-se compreender qual o impacto da formação dos professores na aprendizagem da Eletricidade – 9.º ano. Assim, todas as professoras titulares das turmas (e respectivos alunos) tiveram acesso às APLs e aos REDs. A diferença entre o Grupo de Controlo (GC) e o grupo experimental (GE) foi ao nível da formação das professoras para a exploração didática dos recursos educativos:

- ✓ **GE** – foi prestado auxílio às professoras na implementação dos recursos.
- ✓ **GC** – a professora não teve qualquer formação na exploração dos recursos.

A recetividade das professoras titulares da turma para receberem auxílio na implementação dos recursos interativos, norteou a definição do GC e do GC.

Antes da aplicação da intervenção eu, que nesse ano letivo também me encontrava a lecionar no mesmo estabelecimento de ensino, reuni individualmente com cada uma das professoras, com o objetivo de dar a conhecer as características do projeto, nomeadamente a tipologia de recursos interativos a usar e os princípios orientadores da metodologia colaborativa. Ficou acordado que a Eletricidade seria lecionada ao longo do 3.º período (desde 22 de abril até 6 de junho), nas cerca de 18 aulas (cada uma correspondente a tempos de 45 minutos) disponíveis. As três professoras receberam, em versão papel e em formato digital, a planificação, os guiões das APLs

e dos REDs, os *Quizzes* e a *WebQuest*, o documento de autorização dos Encarregados de Educação, as normas de aplicação do teste de conhecimentos e os instrumentos de avaliação (ficha de caracterização do(a) aluno(a), teste diagnóstico, teste de conhecimentos, inquérito e guião para entrevista audio).

As três professoras consentiram que no final do ensino da Eletricidade todas as entrevistas áudio fossem conduzidas por mim, para assim ouvir na “primeira pessoa” o testemunho dos participantes e procurar-se obter um maior volume de informação.

Ao longo do período em que decorreu a investigação, tive o cuidado de disponibilizar atempadamente às 3 professoras os documentos a facultar aos alunos e preparei todos os tabuleiros com o material necessário para a realização das APLs.

A aulas de Eletricidade decorreram sempre nas salas de Física e Química (figura 33), facto que, de alguma forma, impediu que os REDs tivessem tido uma exploração mais ativa por parte dos alunos.



Figura 33 – Salas de FQ da Escola Básica 2, 3 Roque Gameiro (Amadora).

1.2. CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

A Escola Básica 2,3 Roque Gameiro (escola sede) está agrupada com uma escola do Ensino Básico do 1.º ciclo e duas escolas do Ensino Básico de 1.º Ciclo/ Jardim de Infância.

A Escola EB 2, 3 Roque Gameiro, onde se levou a cabo o presente estudo, localiza-se na freguesia da Reboleira da cidade da Amadora, integrada na Área Metropolitana de Lisboa (figura 34).



Figura 34 – Localização geográfica da Escola Básica 2,3 Roque Gameiro.

Os atuais edifícios que constituem a escola sede foram formalmente inaugurados nos anos 70, segundo uma arquitetura de vários blocos de um só piso (figura 35).



Figura 35 – Planta da Escola Básica 2,3 Roque Gameiro.

O bloco F constitui o edifício principal, onde se encontra o PBX, gabinetes destinados para os órgãos de gestão/Diretores de Turma/demais docentes, Serviços de

Administração Escolar, reprografia, bufete, cantina, biblioteca escolar; centro de recursos, sala de convívio e jogos. Há também 5 blocos destinados à lecionação de aulas; um ginásio e ainda 1 bloco com salas de apoio a alunos.

A sala de apoio, localizada no bloco H, é um espaço pluridisciplinar onde os alunos podem realizar as diversas tarefas letivas, recorrendo se necessário à utilização dos computadores. Constitui também um espaço vocacionado para a lecionação dos Apoios Pedagógicos Acrescidos (APA). Para os alunos alvo da aplicação de medida disciplinar corretiva (ordem de saída da sala de aula), a sala de apoio disponibiliza um acompanhamento personalizado de modo a regular os comportamentos perturbadores do normal funcionamento das atividades escolares que decorrem nas salas de aula.

A sala de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), detentora de 19 computadores e mesas, é maioritariamente usada para uso exclusivo da respetiva disciplina. Na escola não é prática corrente outros docentes, que não da disciplina de Informática, requisitarem esta sala para a realização de atividades letivas com recurso ao computador.

As salas onde decorrem as aulas de Física são detentoras de bancadas laterais com saída de água, diversas mesas de dois lugares dispostas paralelamente e alguns armários com material de laboratório. Há também uma pequena sala anexa entre as duas salas, onde se encontram armazenados os reagentes e algum material de Química.

A Direção da Escola denota uma grande preocupação em manter uma posição muito favorável no *Ranking* das escolas nacionais do Ensino Básico (lugar **264** em 2013).

Tal intenção vem expresso na missão definida para o Agrupamento de

“Promover o sucesso, garantindo aos seus alunos uma formação integral e de qualidade, que os habilite com os conhecimentos e competências necessários ao prosseguimento de estudos ou ao desempenho futuro de uma atividade profissional com sucesso, uma formação assente nos valores”.

A comunidade educativa que constitui a Escola Básica 2, 3 Roque Gameiro não se caracteriza por pertencer a uma área problemática em termos sociais.

De um modo geral, a população escolar pertence a uma classe social média, cujos pais pertencem a quadros técnicos, são empregados de comércio ou serviços, com

uma literacia que se situa, essencialmente, ao nível do 3.º ciclo do Ensino Básico, do Secundário ou Universitário.

Os pais e/ou Encarregados de Educação participam ativamente na vida escolar a vários níveis: colaboram com os órgãos de administração e gestão e com a Associação de Pais e Encarregados de Educação.

Cientes que o sucesso escolar poderá estar condicionado pelo ambiente socioeconómico e pelos interesses dos alunos, tal como referido no capítulo II, optámos por aplicar uma ficha de caracterização do(a) aluno(a), tendo em conta os seguintes critérios:

- (1) Caracterização do percurso escolar.
- (2) Caracterização sociocultural.
- (3) Valorização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).
- (4) Valorização das Atividades Práticas de Laboratório (APL).

1.2.1. CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO EXPERIMENTAL

Da análise do tratamento estatístico dos dados recolhidos sobre o **percurso escolar**, dos 43 alunos pertencentes ao grupo experimental da Escola EB 2,3 Roque Gameiro, concluímos que a maioria iniciou a sua vida académica com a frequência do ensino pré-escolar e, na sua globalidade, não registaram retenções no seu percurso escolar.

A totalidade dos alunos inquiridos não se recorda de terem sido lecionados os conceitos de Eletricidade e Circuitos Elétricos no 4.º ano, em Estudo do Meio.

Quando estes foram inquiridos se nutriam gosto pela disciplina de Físico Química, as opiniões dividem-se praticamente de forma equitativa: 44 % e 56 %, para a opção de, respectivamente, Sim e Não. No campo dedicado à justificação da escolha afirmativa, a maior parte dos alunos refere que a disciplina é interessante e permite saber/ descobrir coisas novas.

A maioria dos alunos manifestou que tem por hábito estudar em casa e que quando surgem dúvidas, recorrem à internet e/ou apoio dos elementos do agregado familiar.

Quanto às suas ambições futuras, os alunos ainda não tinham muito claro o percursos que desejam traçar, sendo que apenas 26 % já sabia que tencionava seguir um curso superior. A percentagem de alunos que tenciona seguir uma carreira na área de ciências foi de 49 %.

No que concerne à **caracterização sociocultural**, a maioria dos alunos ocupa os seus tempos livres com a realização de atividades individuais (ver televisão, realizar tarefas no computador, ler, caminhar, pintar). Vão com pouca frequência ao cinema. São alunos que gostam de participar em projetos educativos e alguns alunos referem que tomaram a iniciativa de participar em alguns no âmbito da Física e Astronomia, dinamizados por instituições do Ensino Superior. Não veem os museus e Centros de Ciência Viva como espaços de excelência para a promoção das suas aprendizagens.

Na secção dedicada às **Tecnologias da informação e comunicação (TIC)**, a totalidade dos alunos dá a conhecer que em casa possui computador com ligação à internet, porém não aproveitam todas as suas valências, restringindo-se apenas quase exclusivamente a ver o *email*. Todos os alunos sabem que a sua escola está apetrechada com recursos digitais e veem a sua utilização como um fator positivo para

conseguirem captar mais atenção e interesse nos assuntos abordados. Verificámos ainda que 93 % dos alunos gostam que os professores os utilizem nas aulas de Física.

Quanto à realização de **Atividades Práticas de Laboratório (APLs)**, a grande maioria dos alunos (88 %) reconhece que contribuem para a compreensão dos conceitos de Física, expressando que as aulas tornam-se mais motivadoras e é “mais divertido aprender”.

Não têm por hábito confrontar os resultados alcançados com os modelos teóricos e preferem fazer o relatório final em grupo.

1.2.2. CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO DE CONTROLO

Da análise do tratamento estatístico dos dados recolhidos sobre o **percurso escolar**, dos 65 alunos pertencentes ao grupo de controlo do Escola EB 2,3 Roque Gameiro, concluímos que a maioria iniciou a sua vida académica com a frequência do ensino pré-escolar e, na sua globalidade, não registaram retenções no seu percurso escolar.

Do universo de alunos inquiridos, 94 % não se recorda de ter estudado a temática de Eletricidade e Circuitos Elétricos no 4.º ano, em Estudo do Meio.

Quando estes foram inquiridos se nutriam gosto pela disciplina de Físico Química, a opção afirmativa é superior quando comparada com a registada para o GE.

Os alunos do GC vêm benefícios na disciplina, não tanto por contribuir para o aumento do conhecimento, mas mais pelo seu potencial de interesse que pode potenciar.

São alunos que têm por hábito estudar em casa, mas que não podem contar com o auxílio dos elementos do agregado familiar, por isso, muitas vezes socorrem-se na informação alojada na internet.

Quanto às suas ambições futuras, os alunos ainda não tinham muito claro o percurso que desejam traçar, sendo que apenas 28 % já sabia que tencionava seguir um curso superior. A percentagem de alunos que tenciona seguir uma carreira na área de ciências foi de 49 %.

No que concerne à **caracterização sociocultural**, a maioria dos alunos ocupa os seus tempos livres com a realização de atividades individuais (ouvir música, ver televisão, ler). Vão com mais frequência ao cinema, quando comparados com o GE. A grande maioria nunca participou em projetos, contrastando com 9 % da população que participou, se bem que fora do domínio da Física

Não têm por hábito visitar museus e Centros de Ciência Viva e consideram que é na escola e através da internet que o conhecimento lhes é transmitido.

Na secção dedicada às **Tecnologias da informação e comunicação (TIC)**, a totalidade dos alunos deu a conhecer que em casa possui computador com ligação à internet, porém não aproveitam todas as suas valências, restringindo-se apenas quase exclusivamente a ver o *email*, tal como acontece com os elementos do GE. Todos os alunos sabem que a sua escola está apetrechada com recursos digitais e veem a sua

utilização como um fator positivo para conseguirem captar mais atenção e interesse nos assuntos abordados; 92 % dos alunos gostam que os professores utilizem os recursos digitais nas aulas de Física.

Quanto à realização de **Atividades Práticas de Laboratório (APL)**, a grande maioria dos alunos (88 %) reconhece que contribuem para a compreensão dos conceitos de Física e assim, as aulas tornam-se mais motivadoras e é “mais divertido aprender”.

As opiniões dividem-se sobre a preferência da realização da APL pelos alunos ou na versão demonstrativa, efetuada pelo professor. Este resultado fez-nos antever que os alunos desta escola não têm por hábito a realização de APLs. De realçar que também o GE tinha manifestado tal situação.

Pouco mais de 50 % dos alunos, revela que têm por hábito confrontar os resultados alcançados com os modelos teóricos e preferem fazer o relatório final em grupo.

Em suma, com a análise dos resultados alcançados, concluímos que em termos de características socioculturais e interesses a nível das metodologias pedagógicas, ambos os grupos de estudos não revelavam diferenças significativas e portanto fez-nos crer que estávamos perante uma amostra globalmente homogénea.

1.3. RESULTADOS DO TESTE DIAGNÓSTICO

Para uma caracterização mais detalhada do teste diagnóstico (anexo D), compilámos na tabela 16 as competências associadas a cada uma das dez questões e apresentamos o seu enquadramento no subdomínio das Metas Curriculares.

Tabela 16 – Competências a avaliar por questão.

Subdomínio	Questão	Competências
Circuitos Elétricos e Corrente Elétrica	Q 1	- Explicar fenómenos associados ao campo da eletricidade estática.
	Q 2	- Identificar os polos de uma pilha e os terminais de uma lâmpada incandescente. - Reconhecer a obrigatoriedade da existência de um circuito fechado para a passagem da corrente elétrica.
	Q 3	- Distinguir a noção de condutibilidade térmica e elétrica. - Identificar bons condutores de eletricidade. - Reconhecer a passagem de corrente elétrica em condutores sólidos, bem como em soluções aquosas.
	Q 4	- Interpretar uma analogia hidráulica, assemelhando situações específicas aos circuitos eléctricos em circuitos em série e em paralelo. - Compreender o conceito de resistência elétrica.
	Q 5	- Compreender o conceito de diferença de potencial.
	Q 6	- Reconhecer a função e o princípio de funcionamento de um gerador num circuito eléctrico. - Compreender o conceito de corrente elétrica e de diferença de potencial. - Explicar o mecanismos de passagem de corrente elétrica nos condutores metálicos.

	Q 7	- Reconhecer que a passagem da corrente elétrica apenas está associada a situações de circuitos elétricos fechados.
	Q 8	- Associar o brilho das lâmpadas ao valor da corrente elétrica. - Reconhecer que a corrente elétrica num circuito é unidirecional. - Inferir que a corrente elétrica é conservativa.
Efeitos da Corrente Elétrica e Energia Elétrica	Q 3	- Identificar regras básicas de segurança na utilização de circuitos elétricos.
	Q 5	- Identificar os valores nominais de um recetor e indicar o que poderá suceder quando ele é sujeito a diferentes tensões elétricas.
	Q 6	- Reconhecer o efeito térmico (efeito Joule) da corrente elétrica. - Reconhecer que a energia pode ser transferida ou transformada, conservando-se na globalidade.
	Q 9	- Compreender o que é um curto-circuito e identificar a função dos fusíveis.
	Q 10	- Associar as consequências de um choque elétrico ao valor máximo de corrente elétrica que o organismo suporta.

Apenas no exemplar facultado às professoras, colocámos no final do enunciado do teste diagnóstico a indicação das alternativas de resposta consistentes com as concepções científicas sobre a Eletricidade (tabela 17). Esta opção propiciou que as professoras refletissem sobre as concepções prévias geralmente associadas a esta unidade de conhecimento.

Tabela 17 – Opções cientificamente corretas de resposta por questão.

Questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Chave de resposta	2	4	3	1	2	1	3	4	2	2

Apesar do teste diagnóstico ter sido corrigido por mim, as conclusões, que seguidamente iremos apresentar, foram partilhadas com as professoras titulares das turmas.

Foi feita uma análise conjunta dos dados obtidos no teste diagnóstico, por considerarmos que para este estudo também não se pretendia fazer a distinção na tipologia de recursos educativos, para cada um dos grupos (GC e GE).

Assim, da análise do gráfico da taxa de sucesso por questão (figura 36), podemos concluir que em 60 % das questões, obteve-se uma taxa de sucesso inferior a 50 %, a saber: Q1, Q2, Q4, Q6, Q7 e Q10. Tal situação, evidencia que, numa fase inicial destes estudo, os alunos apresentavam concepções prévias alusivas à:

- i) Eletricidade estática.
- ii) Montagem de circuitos elétricos.
- iii) Passagem da corrente elétrica.
- iv) Caracterização dos componentes elétricos.
- v) Caracterização dos circuitos em série/ paralelo.
- vi) Distinção entre corrente elétrica e diferença de potencial.
- vii) Gravidade das consequências de um choque elétrico.

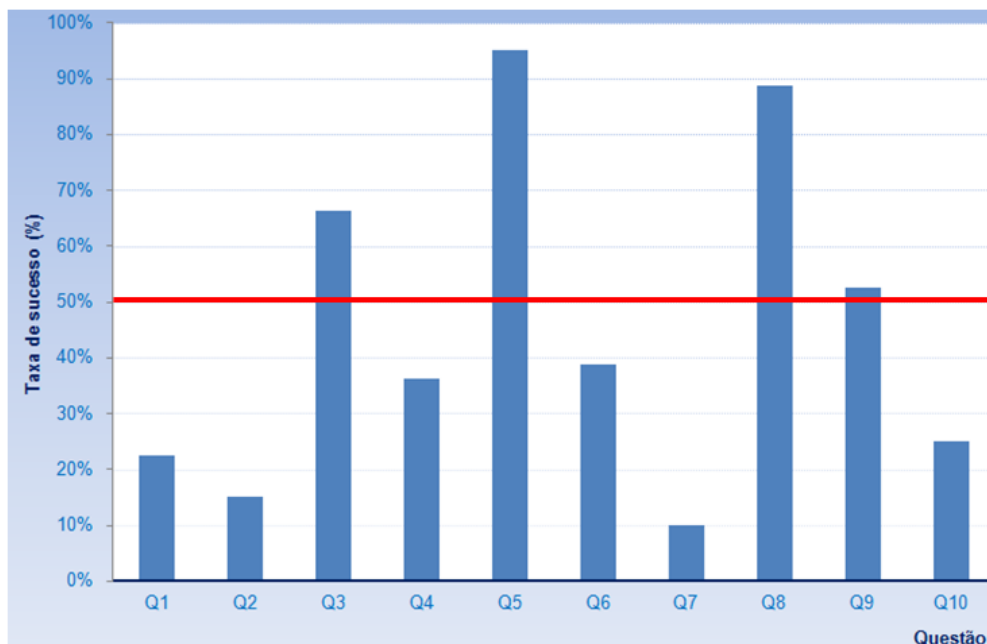


Figura 36 – Taxa de sucesso por questão, no teste diagnóstico.

A figura 37 apresenta um gráfico da taxa de seleção de cada uma das quatro hipóteses de resposta, em função da questão do teste diagnóstico.

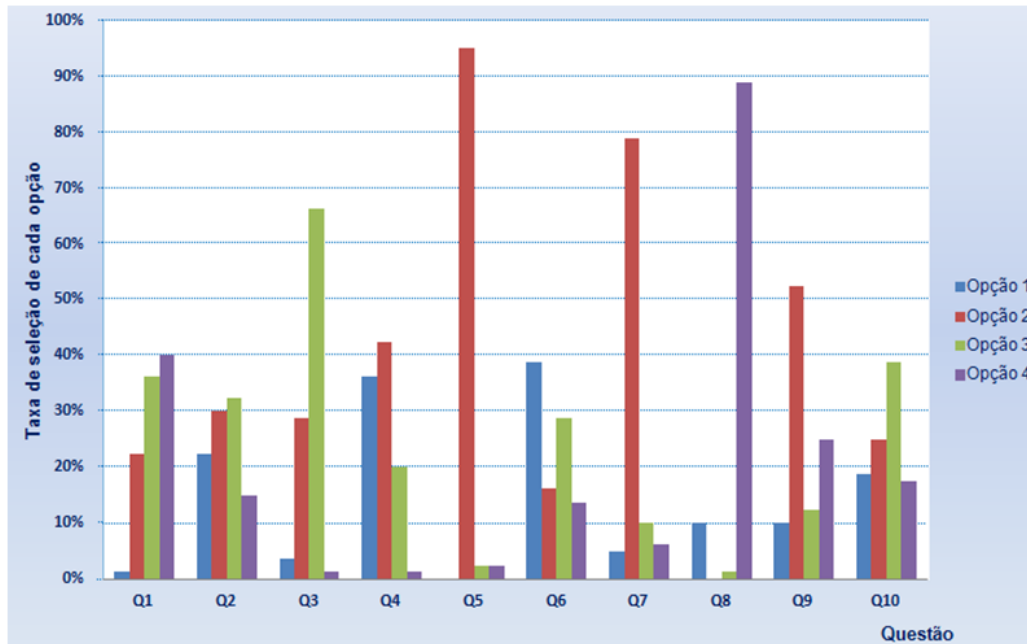


Figura 37 – Taxa de seleção das opções de resposta por questão, no teste diagnóstico.

As questões Q3, Q5, Q8, Q9 registam menos dispersão de escolha das diversas opções de resposta e a grande maioria (mais de 50 %) dos alunos selecionou a opção cientificamente correta.

Para a questão Q6, apesar da resposta cientificamente correta (opção 1) ter sido a mais selecionada, essa taxa ainda se encontra abaixo dos 50 %, tendo havido também uma percentagem significativa de alunos a selecionar as restantes opções.

A tabela 18 resume as conceções prévias diagnosticadas por pergunta. Apresentamos também as opções de resposta que obtiveram uma taxa de resposta superior à alcançada para a opção cientificamente correta.

Tabela 18 – Conceções prévias diagnosticadas por pergunta.

Questão	Conceções Prévias
Q 1	<p><u>Opção 4</u> (40 %) - Os pelos são atraídos pelo monitor, devido ao facto das extremidades ficarem carregados com cargas de sinal oposto às do monitor e portanto tanto o monitor como o braço não ficam com carga elétrica nula.</p> <p><u>Opção 3</u> (36 %) - Há passagem de carga elétrica do monitor para os pelos do braço.</p> <p>Os alunos...</p> <ul style="list-style-type: none"> - fazem corresponder a eletricidade estática a situações em que interagem corpos com cargas de sinais opostos. - associam o fenómeno de eletricidade estática ao mecanismos de passagem de corrente elétrica.
Q 2	<p><u>Opção 3</u> (33 %) - A lâmpada vai acender apenas na(s) montagem(ns) do Carlos, João e Pedro.</p> <p><u>Opção 2</u> (30 %) - A lâmpada vai acender apenas na(s) montagem(ns) do Pedro.</p> <p><u>Opção 1</u> (23 %) - A lâmpada vai acender apenas na(s) montagem(ns) do Mateus.</p> <p>A maioria dos alunos...</p> <ul style="list-style-type: none"> - não identifica os terminais de uma lâmpada incandescente. - não reconhece a obrigatoriedade de um circuito elétrico fechado, para a passagem da corrente elétrica.
Q 4	<p><u>Opção 2</u> (43 %) - Situação B.</p> <p>A maioria dos alunos...</p> <ul style="list-style-type: none"> - pensa que no caso de um circuito elétrico em paralelo a resistência equivalente seria superior, aumentando o tempo do movimento do fluxo de cargas.
Q 6	<p><u>Opção 3</u> (29 %) - A função de um gerador é fornecer energia aos iões que transportam a corrente elétrica num metal.</p> <p><u>Opção 2</u> (16 %) - Os eletrões livres num circuito elétrico ganham energia ao atravessar os vários componentes.</p> <p><u>Opção 4</u> (14 %) - Só alguns recetores transferem para a sua</p>

	<p>vizinhança energia como calor, como por exemplo as lâmpadas e os aquecedores.</p> <p>A maioria dos alunos...</p> <ul style="list-style-type: none"> - não reconhece os eletrões livres como os portadores de carga elétrica nos condutores sólidos. - desconhece a conservação da corrente elétrica, mencionando como verdadeira a hipótese que defende que os eletrões receberem energia ao atravessarem os diversos componentes elétricos. - identifica a libertação de energia como calor (efeito de Joule) como característica de apenas alguns recetores, como por exemplo, as lâmpadas e os aquecedores.
Q 7	<p><u>Opção 2</u> (79 %) - Se uma das lâmpadas fundir, as outras permanecem acesas.</p> <p><u>Opção 1</u> (5 %) - Se uma das lâmpadas fundir, as outras irão apresentar mais brilho.</p> <p>A maioria dos alunos...</p> <ul style="list-style-type: none"> - associa a existência de corrente elétrica a um circuito aberto. - reconhece que o facto de uma lâmpada fundir, nas restantes associadas em série irá passar uma corrente elétrica superior, originando um maior brilho.
Q 10	<p><u>Opção 3</u> (39 %) - O perigo de choque elétrico está associado à tensão elétrica que alimenta o circuito e à corrente elétrica</p> <p>A maioria dos alunos...</p> <ul style="list-style-type: none"> - associa o perigo de choque elétrico também à diferença de potencial.

Finda esta fase de avaliação, concluímos que os alunos da Escola Básica 2,3 Roque Gameiro evidenciavam a grande maioria das concepções prévias e erróneas apontadas na literatura. Este resultado coincide com a opinião que tenho alicerçada pela minha experiência como professora. Assim, considerou-se que não seria pertinente aplicar

este instrumento no segundo ano de estudo, caso tudo apontasse que estas condições fossem verificáveis noutras escolas.

O diagnóstico das dúvidas e dificuldades dos alunos permitiu que as professoras pudessem levar em conta o conhecimento prévio deles na organização das aulas, indo ao encontro do desenvolvimento da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel.

1.4. RESULTADOS DO TESTE DE CONHECIMENTOS

No ano letivo 2013/ 2014 o teste de conhecimentos foi aplicado a 44 alunos pertencentes ao grupo experimental (GE) e a 64 alunos do grupo de controlo (GC), pertencentes à Escola EB 2,3 Roque – Amadora.

Neste ponto pretende-se investigar se a **melhoria de resultados** entre o pré-teste e o pós-teste é **estatisticamente significativa** para os dois grupos em estudo.

Da análise da figura 38, que traduz o gráfico da **nota final (pós-teste)** em **função da questão**, podemos verificar que para todas as perguntas, à exceção da Q3, Q14, Q20 e Q21, o grupo experimental alcançou resultados significativamente superiores.

As questões Q1, Q6, Q7, Q8, Q9, Q12, Q13, Q15 alcançaram resultados superiores.

Os resultados inferiores para as três últimas questões ficou a dever-se ao facto das professoras não terem tido oportunidade de explorar pausadamente esses conteúdos que faziam parte do término da planificação de unidade.

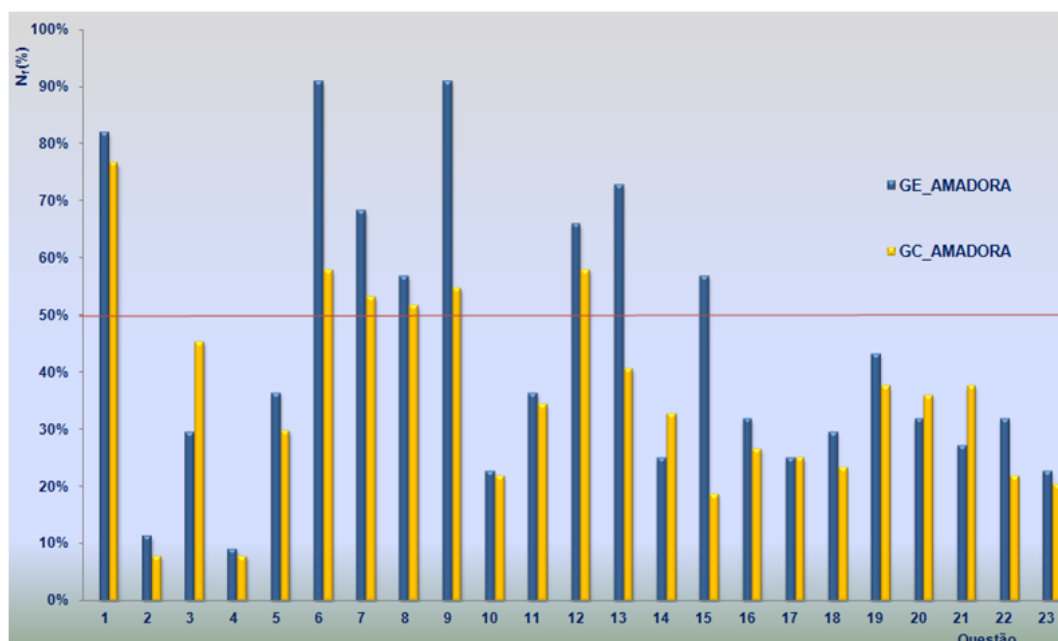


Figura 38 – Classificação obtida no pós-teste (N_f) em função da questão.

Da análise da figura 39, que traduz o gráfico do **ganho absoluto** ($G_a = N_f - N_i$) em **função da questão**, podemos verificar que para as perguntas Q3, Q8, Q10, Q14 e Q17, o ganho absoluto do grupo de controlo é superior ao do grupo experimental. O ganho absoluto do grupo experimental é negativo, para as questões Q21 e Q22 do GE e para as questões Q2, Q7, Q9, Q15, Q19, Q22 e Q23 do GC.

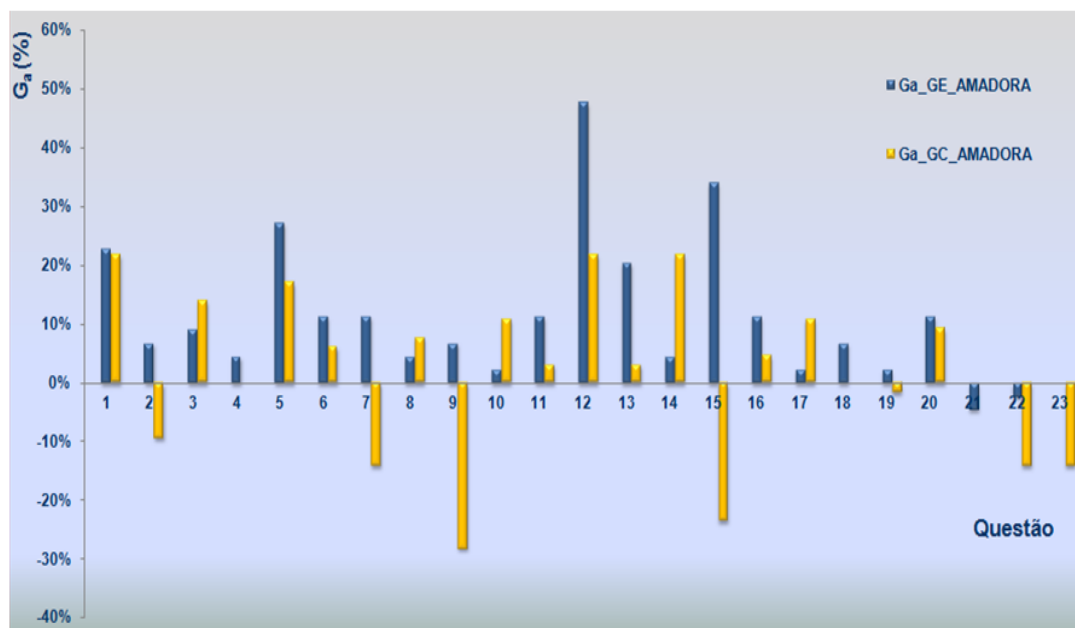


Figura 39 – G_a em função da questão, por grupo de estudo.

Neste estudo, à semelhança de outros realizados em Portugal, foram obtidos ganhos absolutos negativos. Objetivamente isso ocorre quando os alunos mostram saber menos do que sabiam no início. Neste estudo, os ganhos negativos podem dever-se:

- i) Aos alunos já estarem focados nos Exames Nacionais de Matemática e de Português e daí apresentarem menos concentração na prova.
- ii) Aos alunos não levarem a prova a sério, por não contar para nota.
- iii) Ao facto de, no final do ano, estes alunos saberem que não iam transitar de ano e por isso, deixarem de se empenhar para a disciplina.

Por forma a tentarmos compreender, para cada grupo de estudo, o efeito no valor médio do ganho absoluto dos valores negativos, elaboramos os gráficos das figuras 40 e 41, que traduzem o ganho absoluto em função da nota inicial do pré-teste, agrupando os alunos tendo em conta as seguintes categorias:

- ✓ $G_a > 0$.
- ✓ $G_a \leq 0$.
- ✓ $\langle G_a \rangle$.

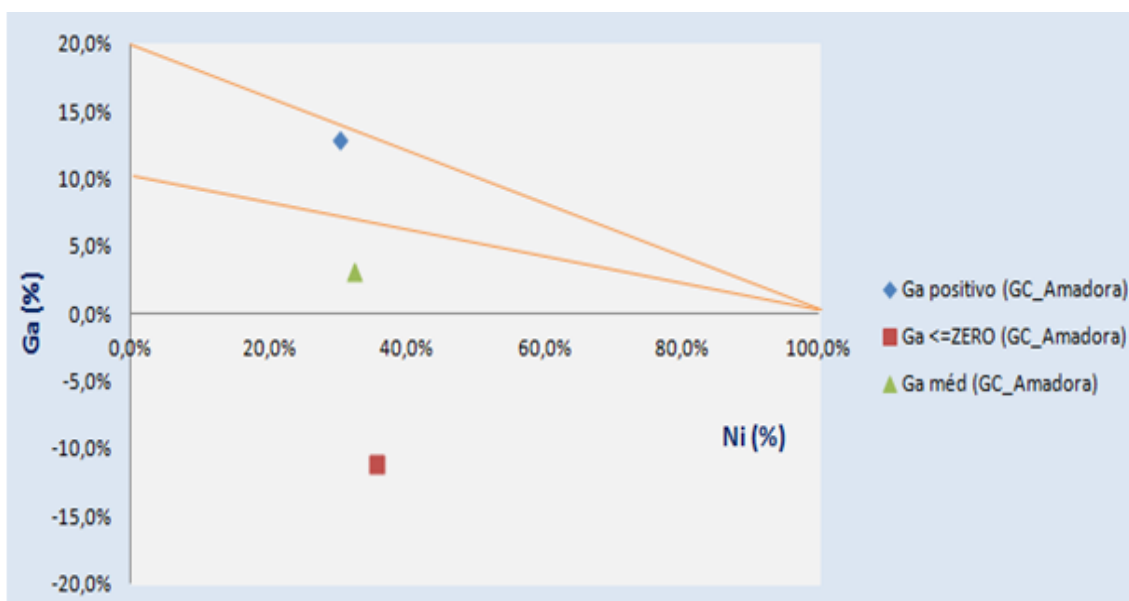


Figura 40 – G_a em função da nota inicial, para o GC.

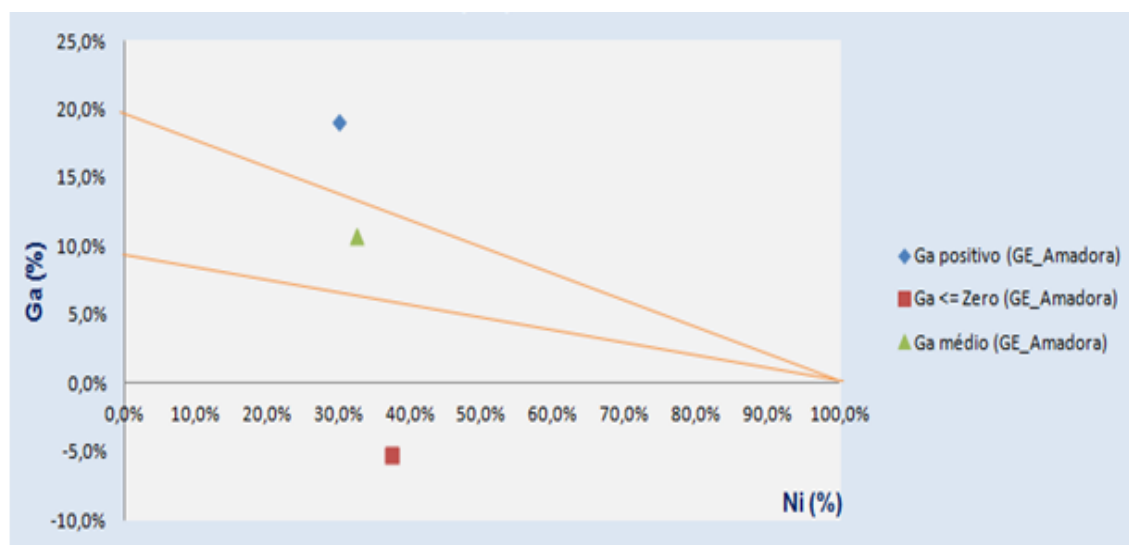


Figura 41 – G_a em função da nota inicial, para o GE.

Da análise dos gráficos anteriores é notório que o efeito do ganho absoluto com valor negativo é mais significativo para o caso do GC.

Caso este valor médio negativo tivesse sido ignorado estaríamos perante as seguintes situações:

- ✓ **GC:** o ganho normalizado abaixo da linha dos 10 % passaria para próximo da linha dos 20 %.
- ✓ **GE:** o ganho normalizado acima da linha dos 10 % passaria para acima da linha dos 20 %.

Por análise da tabela 19 verifica-se que, em média, houve ganho positivo em ambos os grupos.

No **grupo de controlo** o ganho absoluto médio foi de 3,13 % com desvio padrão de 14,97 % e o ganho normalizado médio foi de 3,65 % com desvio padrão de 23,60 %. Regista-se a elevada dispersão de resultados que pode ser justificada pela discrepância dos resultados dos alunos envolvidos.

Relativamente ao **grupo experimental** obteve-se para o ganho absoluto um valor médio de 10,77 % com desvio padrão de 15,62 % e para o ganho normalizado o valor médio de 14,31 % com desvio padrão de 21,82 %. Neste grupo a dispersão de resultados também é elevada mas consideravelmente inferior à do grupo de controlo e os valores médios são superiores aos valores registados no grupo de controlo.

Pela aplicação do **teste t** verifica-se que os valores médios dos ganhos registados no grupo experimental foram estatisticamente significativos, ou seja, a evolução positiva de resultados foi significativa neste grupo. Relativamente ao grupo de controlo conclui-se que o ganho obtido entre o pré-teste e o pós-teste não foi significativamente diferente de zero.

Tabela 19 – Ganhos absolutos e normalizados, por grupo de estudo (2013/2014).

Ganho	Grupo Controlo (GC)			Grupo Experimental (GE)		
	Média	Desvio padrão	Estatística teste <i>t</i> (valor de prova)	Média	Desvio padrão	Estatística teste <i>t</i> (valor de prova)
Absoluto	3,13	14,97	1,670(0,100)	10,77	15,62	4,574(0,000)
Normalizado	3,65	23,60	1,238(0,220)	14,31	21,82	4,351(0,000)

Neste ponto precede-se à comparação mais detalhada de resultados entre grupos (controlo/experimental) para os dois tipos de ganho (absoluto/normalizado).

Relativamente ao **ganho absoluto** (tabela 20) verifica-se que para o **grupo de controlo** o mínimo de -30,78 % e máximo de 34,78 %, com valor médio de 3,13 % e desvio padrão de 14,97 %. A dispersão dos resultados é muito elevada. O valor médio do ganho absoluto para este grupo encontra-se entre os valores -0,61 % e 6,86 % com 95% de confiança.

Quanto ao **grupo experimental** observa-se valor um mínimo de -26,09 % e máximo de 43,48 %, com média de 10,77 % e desvio padrão de 15,62 %, a dispersão é elevada, mas muito inferior à dispersão dos resultados do grupo de controlo. O valor médio do ganho absoluto deste grupo varia entre 6,02 % e 15,52 % com 95 % de confiança.

Tabela 20 – Resultados obtidos para o **Ganho Absoluto**.

Grupo	Estatísticas descritivas					IC 95% (média)	
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coeficiente variação	Limite inferior	Limite superior
Controlo	-30,78%	34,78%	3,13%	14,97%	478,27%	-0,61%	6,86%
Experimental	-26,09%	43,48%	10,77%	15,62%	145,03%	6,02%	15,52%

Nota: Aplicação do teste t para grupos independentes para testar a igualdade dos valores médios. Estatística de teste t : -2,562; valor de prova: 0,012*(Note-se que valores $p < 0,05$ o teste é considerado com significância.)

Pode-se observar no diagrama de extremos e quartis da figura 42 a distribuição dos resultados entre os valores extremos (mínimo e máximo), sendo visível a maior dispersão no grupo de experimental entre o 1.º e 3.º quartis. Pela aplicação do teste t para grupos independentes conclui-se que as diferenças observadas são estatisticamente significativas, ou seja, pode-se afirmar que a evolução positiva de resultados é significativamente superior no grupo experimental face o grupo de controlo.

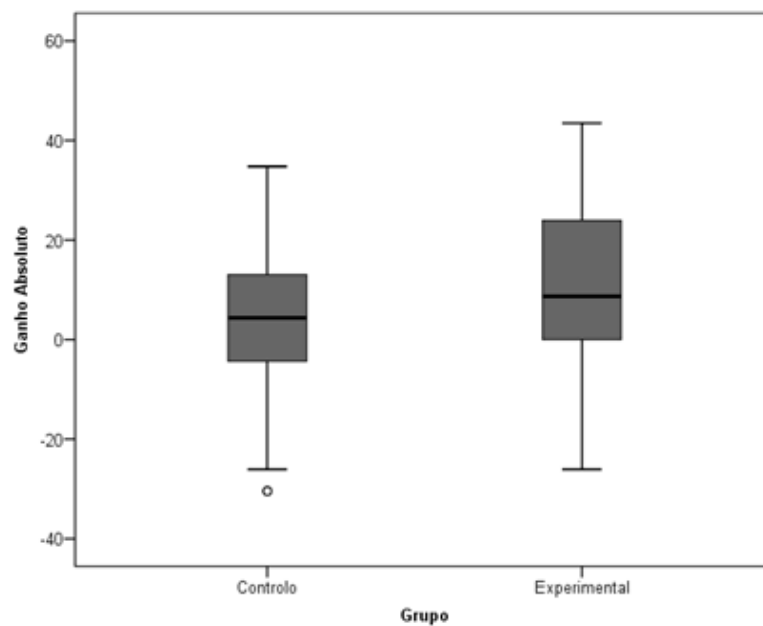


Figura 42 – Diagrama de extremos e quartis para o G_a .

Relativamente ao **ganho normalizado** (tabela 21) verifica-se para o **grupo de controlo** o mínimo de -58,33 % e máximo de 46,67 %, com valor médio de 3,65 % e desvio padrão de 23,60 %. A dispersão dos resultados é muito elevada. O valor médio do ganho normalizado para este grupo encontra-se entre os valores -2,24 % e 9,55 % com 95 % de confiança. Quanto ao **grupo experimental** observa-se o valor mínimo de -46,15 % e máximo de 50 %, com média de 14,31 % e desvio padrão de 21,82 %; a dispersão é elevada, mas muito inferior à dispersão dos resultados do grupo de

controlo. O valor médio do ganho normalizado deste grupo varia entre 7,68 % e 20,94 % com 95 % de confiança.

Tabela 21 – Resultados obtidos para o Ganho Normalizado.

Grupo	Estatísticas descritivas					IC 95% (média)	
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coeficiente variação	Limite inferior	Limite superior
Controlo	-58,33%	46,67%	3,65%	23,60%	646,58%	-2,24%	9,55%
Experimental	-46,15%	50,00%	14,31%	21,82%	152,48%	7,68%	20,94%

Nota: Aplicação teste t para grupos independentes para testar a igualdade dos valores médios. Estatística de teste t : -2,377; valor de prova: 0,019.

Pode-se observar no diagrama de extremos e quartis da figura 43 a distribuição dos resultados entre os valores extremos (mínimo e máximo), sendo visível a maior dispersão no grupo de controlo e também se observa que a maioria dos resultados do grupo experimental é superior aos resultados do grupo de controlo. Pela aplicação do teste t para grupos independentes conclui-se que as diferenças observadas são estatisticamente significativas, ou seja, pode-se afirmar que a evolução positiva de resultados é também significativamente superior no grupo experimental face ao grupo de controlo.

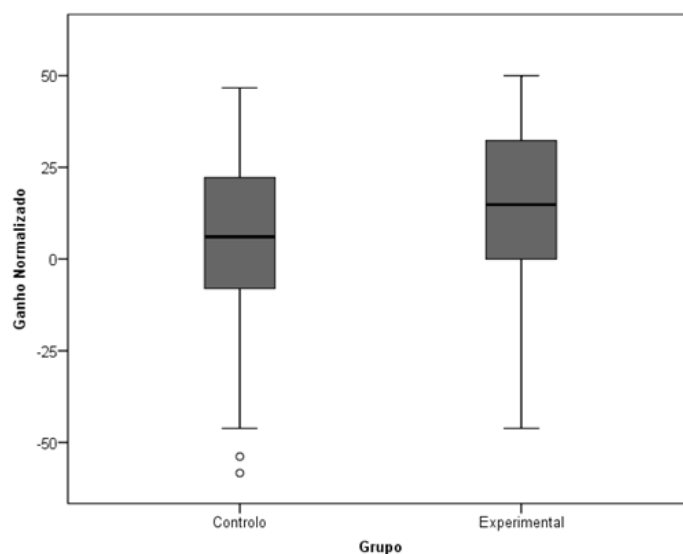


Figura 43 – Diagrama de extremos e quartis para o G.

Globalmente, obtiveram-se, para este ano letivo de 2013/2014 valores de ganho relativo normalizado (**G**) muito abaixo do esperado (figura 44), tendo em conta que todos os alunos tiveram acesso a materiais interativos durante a prática letiva. Mesmo assim, as diferenças nos valores registadas nos grupos GE e GC mostram inequivocamente que os recursos interativos não produzem, por si só, ganhos muito significativos de aprendizagem. Este resultado nem sempre é óbvio para todos os professores, até porque na literatura é frequente encontrarem-se propostas de materiais didáticos (por exemplo, animações ou vídeos educativos) sem sugestões de exploração. Este estudo sugere que essa componente pode condicionar a aprendizagem efetiva dos alunos.

Conclui-se então que é necessária uma exploração bem orientada dos recursos interativos para que eles tenham um impacto efetivo na aprendizagem dos estudantes.

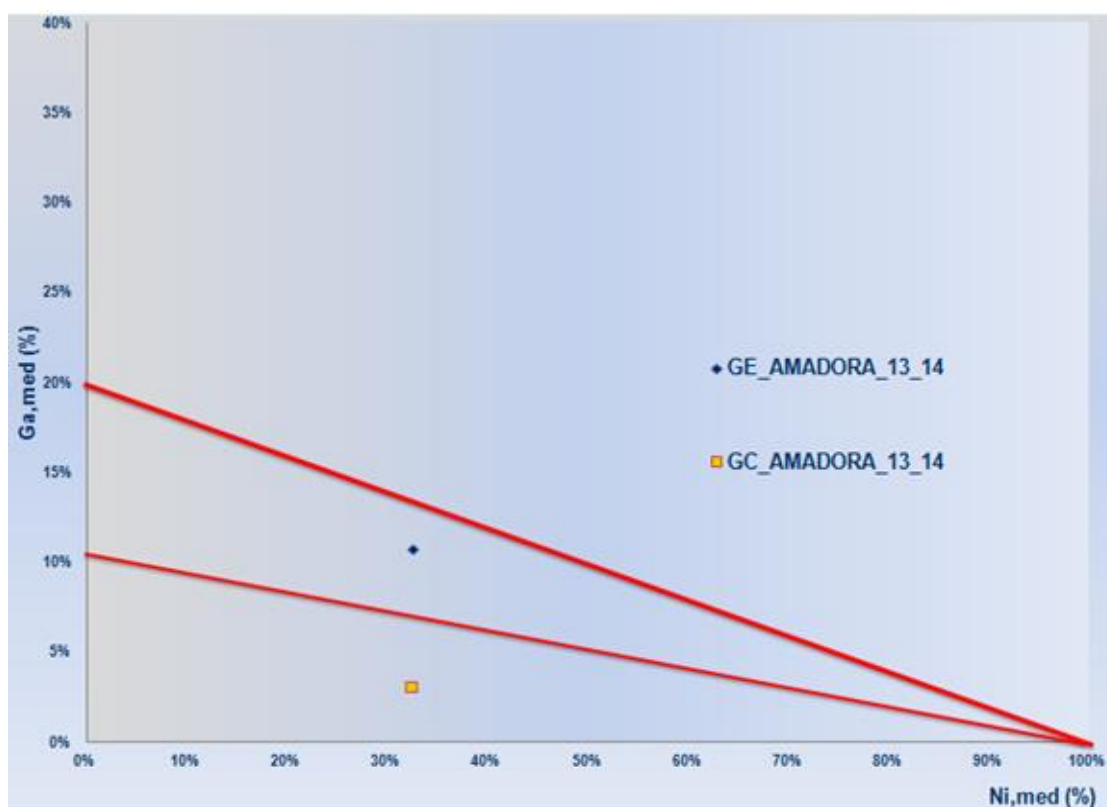


Figura 44 – Gráfico de ganho absoluto em função da nota inicial.

1.5. ENTREVISTAS

1.5.1. ENTREVISTAS A ALUNOS

Nas entrevistas realizadas no ano letivo 2013/ 2014, no Agrupamento de Escola Básica 2,3 Roque Gameiro- Amadora foram selecionados aleatoriamente dois alunos do grupo de controlo (8_2ª e 13_2ª) e para o grupo experimental, fizeram parte três alunos, sendo que dois do género feminino (1_3ª e 11_3ª) e um do género masculino (18_3ª).

Foi aceite esta amostra de voluntários, visto que reuníamos elementos pertencentes aos dois grupos de estudo e tratavam-se de alunos com um perfil de desempenho escolar diferente.

Os alunos tiveram a missão de responder a dez questões, que em média demoraram 10 minutos, num intervalo de 6 minutos e 40 segundos para a mais rápida e 13 minutos e 40 segundos, para a mais lenta.

(A) Motivação e aprendizagem

Nas primeiras duas questões pretendia-se apurar quais os possíveis fatores que teriam contribuído para o incremento do grau de motivação e também da aprendizagem. De forma a interpretarmos melhor os resultados obtidos reunimos a informação em dois esquemas (figura 1 e figura 2).

O número de setas apresentadas corresponde à frequência absoluta da resposta; as setas vermelhas correspondem a respostas dos alunos do GE e as azuis a alunos do GC.

Da análise da figura 45 constatamos que para a maioria dos alunos, a diversidade de recursos educativos apresentados e a realização de APL contribuiu bastante para se sentirem mais motivados nestas aulas de Física.

Os alunos do GC também reconhecem que os recursos apresentados lhes proporcionaram aulas diferentes das que estão acostumados, que se cingiam à leitura e interpretação do conteúdo do manual e posterior resolução de exercícios. A

avaliação contínua motivou-os a adotarem na aula uma postura de maior concentração/atenção. Os alunos do GE valorizaram também a importância dos vídeos e na forma como estas estratégias contribuíram para a compreensão dos conceitos. Inclusive, a aluna 1_3ª refere que a numeração dos roteiros/protocolos experimentais e a sua estrutura, foram determinantes para que lhe fosse mais fácil organizar o seu estudo prévio nos momentos de avaliação.



Figura 45 – Fatores que potenciaram a motivação dos alunos (2013/2014).

A figura 46 apresenta os fatores que contribuíram para a aprendizagem dos alunos, como consequência da aplicação destas estratégias de ensino e aprendizagem.

Nesta questão, há uma grande discrepância entre a opinião dos alunos pertencentes aos dois grupos de estudo. Enquanto no caso dos alunos do GC estes reconhecem que o resultado da aprendizagem foi fruto essencialmente do seu esforço pessoal, uma vez que sentiram necessidade de estar mais atentos e concentrados nas aulas e que os primeiros resultados positivos os motivaram a querer continuar a aprender; os alunos do GE apontam outros fatores determinantes na sua aprendizagem, como os

recursos interativos (vídeos), bem como as metodologias de ensino que são bem diferentes das metodologias tradicionais e o contributo francamente positivo dos roteiros e protocolos experimentais.

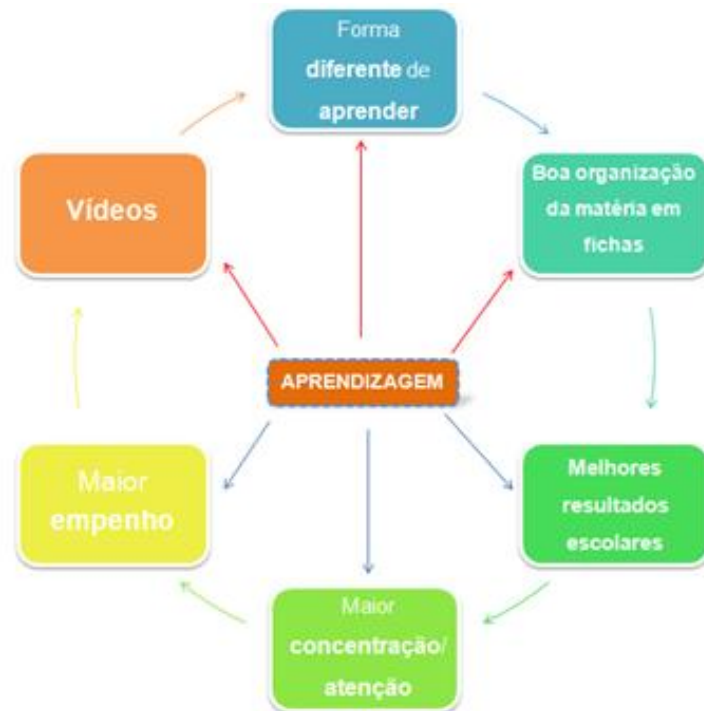


Figura 46 – Fatores que potenciam a aprendizagem dos alunos (2013/2014).

(B) APLs

Na questão 2, todos os alunos são unânimes em afirmar que a realização das APLs foi das atividades que mais lhes despertou interesse e curiosidade. No que respeita às estratégias que menos os fascinaram, um aluno aponta os vídeos e três alunos apontam APLs específicas.

De realçar que quando os alunos foram inquiridos relativamente às APLs, eles apenas apontaram vantagens.

Na figura 47, o número de alunos pertencentes ao GE que selecionaram cada uma das justificações de escolhas encontra-se a vermelho e as correspondentes ao GC a branco.

Este grupo de alunos revelou-se um pouco cético quanto à informação que encontram nos livros escolares e por isso, a maioria deles vê nas APLs uma oportunidade de comprovar a veracidade científica. Dois dos alunos do GE reconheceram que estas estratégias são potenciadoras de maior e melhor aprendizagem: - um aluno reconhece que a forma como foram exploradas na sala de aula permitiram que eles tivessem um papel mais ativo; um outro aluno desse mesmo grupo reconhece a utilidade dos conteúdos abordados, referindo mesmo que vê uma aplicação no seu dia-a-dia.

Por oposição, os alunos não valorizaram a importância desta metodologia conducente às melhorias das práticas educativas, nem mencionam a forma eficaz da sua aplicação. Um aluno chega até a referir que as APLs foram usadas após a professora ter feito uma exposição da matéria e assim sendo, as APLs não foram aplicadas numa vertente de ensino pela descoberta, nem tão pouco foi valorizada uma metodologia de *inquiry* (*Inquiry Based Science Education - IBSE*).

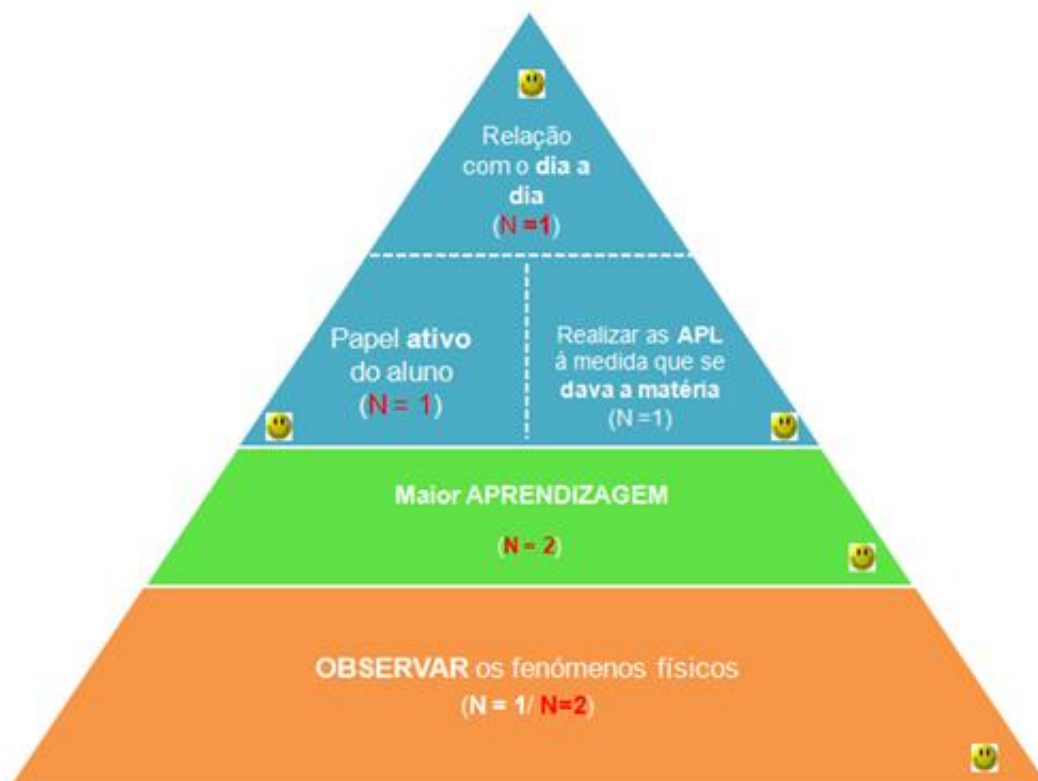


Figura 47 – Vantagens das APLs, sugeridas pelos alunos (2013/2014).

(C) RESEs

A figura 48 ilustra a opinião dos alunos em relação às RESEs.

No que concerne a desvantagens, uma aluna pertencente ao GE expressou que gostaria que a forma de exploração destes REDs tivesse tido uma vertente mais colaborativa, efetuada por apenas dois elementos, pois considerava que em grupos grandes há sempre um ou mais elementos desestabilizadores que podem prejudicar todos os restantes.

No que concerne a vantagens, um maior número de alunos referiu que é do seu agrado a possibilidade de voltar a explorar em casa. Quanto a esta observação, uma aluna do GE refere que por vezes na aula, há sempre pormenores que não ficam bem claros e com uma revisão em casa, todas essas dificuldades se diluem. Um outro aluno do GC reconhece que apesar da possibilidade de poder voltar a aceder às simulações, muitas vezes acabou por não o fazer.

Tanto os alunos do GE, bem como os do GC reconhecem que vivem na era digital e como tal, os REDs têm potencial para os motivar muito mais e como fruto desse envolvimento, conseguem de facto compreender os conceitos alusivos à Eletricidade.

Também nesta questão, uma aluna do GE volta a mencionar a forma eficaz de aplicação destes recursos e o seu contributo para que os alunos tenham desempenhado um papel mais ativo durante as aulas.

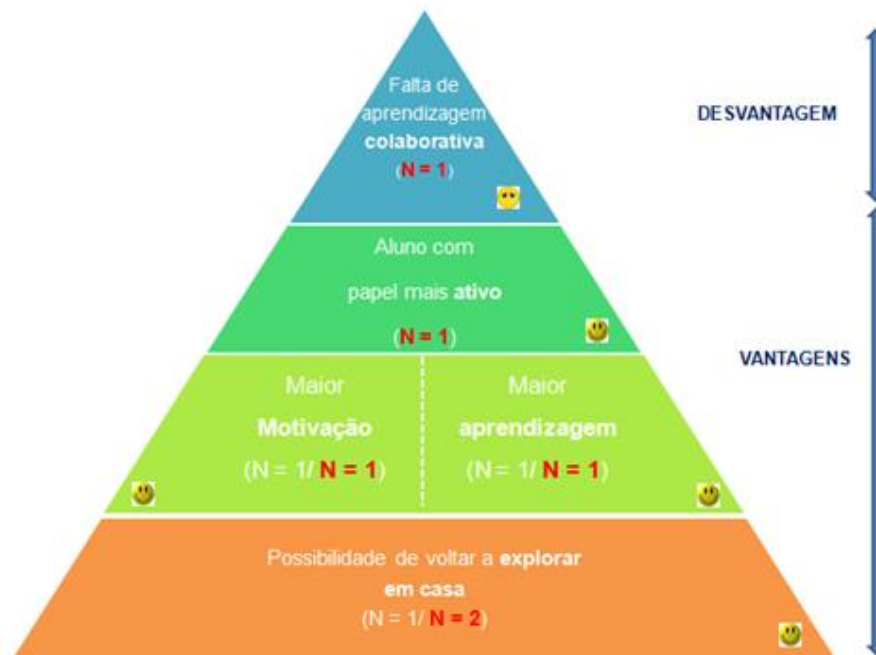


Figura 48 – Desvantagem/vantagens das RESEs (2013/2014).

(D) REVEs

No que à opinião das REVEs diz respeito, os alunos apontam algumas vantagens e desvantagens (figura 49).

Em termos de pontos menos positivos, um aluno do GC referiu que esta estratégia de ensino e aprendizagem não foi do seu agrado, já que havia sempre a necessidade da professora voltar a explicar e sentiu que os vídeos não eram propriamente claros.

Cinco alunos referiram que vídeos em português do Brasil não eram facilitadores de compreensão, uma vez que há diferenças na designação de alguns termos.

No campo dos aspetos positivos apontam o incremento da motivação, como consequência do efeito surpresa de ser outra pessoa, que não a professora, a apresentar os conteúdos programáticos.

Alunos pertencentes ao GE referem que lhes agradou a sequência organizada dos vídeos, a possibilidade de rever em casa para esclarecer as dúvidas que ainda persistiam e a potencialidade dos vídeos para os manter na aula mais concentrados/atentos.

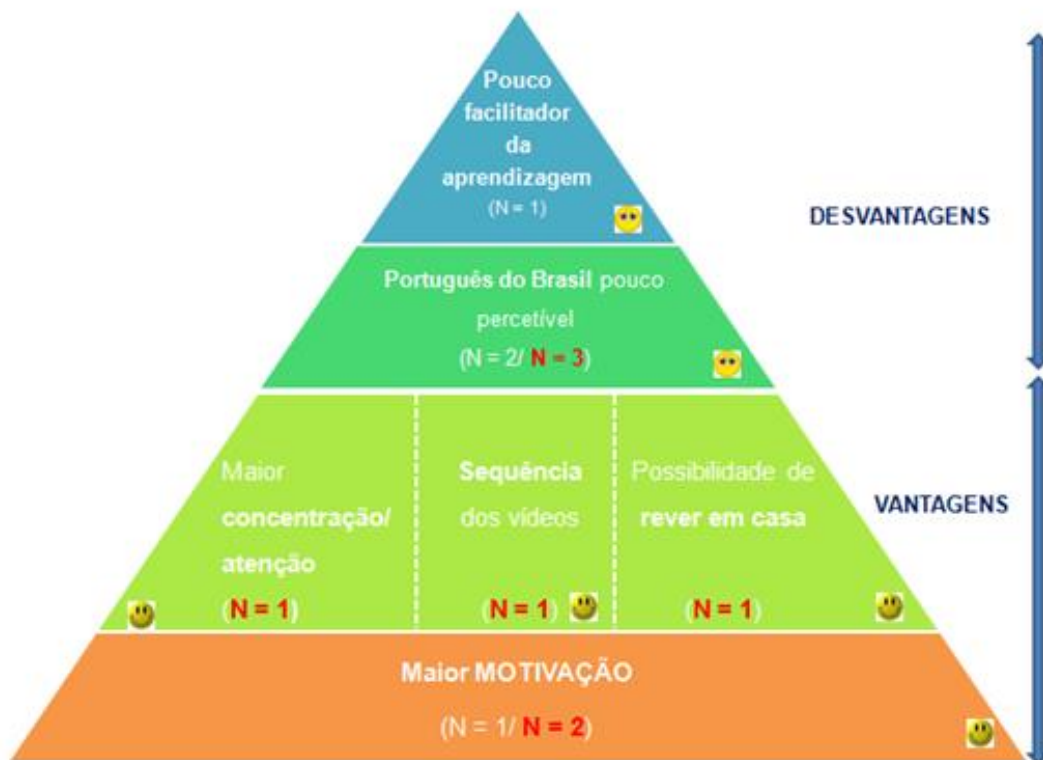


Figura 49 – Desvantagem/ vantagens das REVEs (2013/2014).

(E) QUIZZES

A figura 50 sintetiza as vantagens que os alunos apontaram para os *Quizzes*. A grande maioria reconhece que são uma boa ferramenta para aprender, referindo que sendo as várias hipóteses de resposta um pouco similares, permitiram pôr à prova o seu conhecimento. Em inúmeras situações, tiveram a necessidade de relembrar o que haviam aprendido com as estratégias anteriormente implementadas, para só assim conseguirem responder acertadamente.

Dois alunos consideram que foram vantajosos os *Quizzes* estarem organizados por temas e subtemas.

Um aluno reconhece a importância dos *Quizzes* para a melhoria do rendimento escolar e um outro ficou muito agradado com a exploração colaborativa, proferindo as seguintes palavras: “podemos todos discutir e saber o porquê de alguns escolherem uma resposta e não outra”.

Um aluno do GC refere a motivação para querer aprender como mais um fator que também o aliciou.

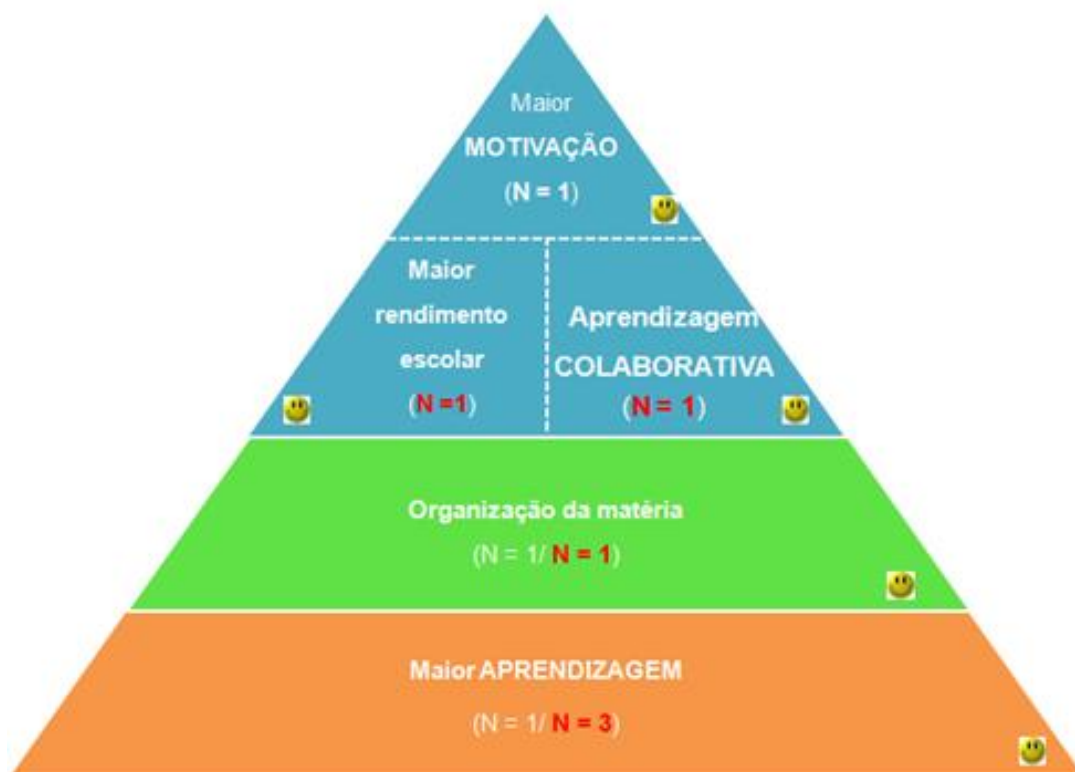


Figura 50 – Vantagens dos *Quizzes* (2013/2014).

(F) Pontos fortes e pontos fracos

Na fase final da entrevista, os alunos foram convidados a opinar se seria proveitoso os professores continuarem a implementar estas metodologias de ensino e a revelarem algumas sugestões de melhoria, não só dos recursos utilizados, como à sua forma de implementação. Após a análise cuidada das respostas proferidas, resumimos na figura 51 os pontos fortes e os pontos a melhorar.

No que concerne aos pontos a melhorar, realçamos que os alunos do GC apenas se conseguiram focar na importância da tradução dos vídeos, não tendo a capacidade de analisar criticamente as demais estratégias, o que provavelmente poderá estar relacionado com a abordagem tradicional a que foram submetidos nesta intervenção.

Os alunos do GE demonstraram uma posição mais crítica e abrangente, tendo referido a importância de clarificar a linguagem dos vídeos; um aluno ainda muito habituado a metodologias tradicionais focou a importância de não abandonar por completo a resolução de exercícios do manual escolar. Foi ainda notório o entusiasmo dos alunos perante estas metodologias interativas, ao referirem que desejaria futuramente realizar ainda mais atividades práticas e caso fosse possível, lecionar a matéria de uma forma mais pausada, de forma a tirar o máximo partido.

Uma aluna do GE finalizou a sua intervenção dizendo: “a exploração do *software* educativo é mais produtiva ao fazer-se na aula em grande grupo (com a turma toda), porque em pequeno grupo certamente muita gente se iria dispersar e assim, os que têm mais dificuldades, normalmente “*apanhavam*”, referiu ainda: “há *sempre algo a discutir, mesmo as mais distraídas gostam de discutir*”.

Quanto a pontos fortes, a maioria dos alunos reconheceu o potencial destas metodologias para a sua aprendizagem, bem como serem facilitadoras na organização do estudo. Uma aluna refere mesmo que “*estas estratégias cativam os alunos, incentiva-os a estarem mais atentos e assim, é garantia que iremos perceber*”.

Os alunos do GC reconheceram que estas metodologias auxiliaram no seu rendimento escolar. Um aluno valoriza a facilidade da memorização como um aspeto positivo. Os RESEs permitiram que fosse possível compreenderem os conceitos mais abstratos que não estão acessíveis à escala humana e um aluno referiu que na exploração do *software* educativo “*nós tínhamos de estar atentos e depois a professora estava sempre a avaliar*”.

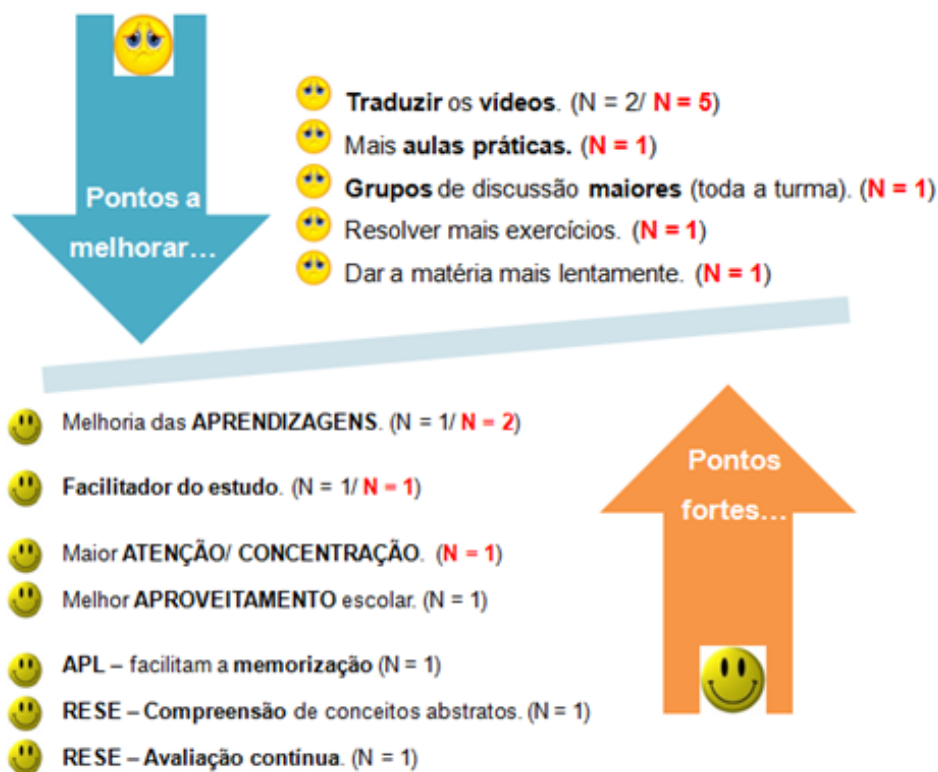


Figura 51 – Pontos fortes e pontos fracos, na opinião dos alunos (2013/2014)

1.5.2. ENTREVISTAS A PROFESSORAS

As três professoras titulares das turmas do Agrupamento de Escolas Roque Gameiro – Amadora foram codificadas como **P1**, **P2** e **P3**; as primeiras duas lecionaram as turmas do GE e a P3 as turmas do GC.

Cada uma das professoras prontificou-se a indicar a sua disponibilidade para que, num horário pós-laboral mais adequado, pudéssemos levar a cabo a gravação da entrevista áudio.

Foram colocadas oito questões e o tempo médio das entrevistas foi de treze minutos.

Após a transcrição das entrevistas, procedemos à categorização das respostas e organização da informação em esquemas, que seguidamente se passa a apresentar.

(A) APLs

A professora P1 começou por referir que sendo estas aulas diferentes, conseguiram motivar os seus alunos. O facto de ter utilizado com frequência o computador, possibilitou que se “*apelasse muito mais aos sentidos*” e tirasse um maior partido pedagógico, do que se tivessem sido dadas aulas puramente expositivas, onde o aluno tem um papel muito passivo.

A professora P2 refere que constatou que os alunos que vinham com uma classificação de final de período de 2 e 3 mudaram substancialmente de postura na sala de aula, enquanto os restantes mantiveram o seu nível de interesse.

A professora P3 considera que pertencendo estes jovens à geração da tecnologia, eles apresentam uma atitude desmotivadora caso o professor não recorra à interatividades que estes recursos potenciam. Refere também que dessa forma, “além de ver, eles podem mexer e tocar, o que é diferente de ouvir e falar”.

As professoras apontaram tanto vantagens como desvantagens para a realização de APLs (figura 52).

Foi referido que por vezes quando o material de laboratório não funciona nas perfeitas condições, não resta alternativa ao professor senão enveredar por uma aula

expositiva. A professora P1 referiu que ocorreu isso por uma vez, mas atribui a culpa ao facto de não ter preparado previamente a respetiva atividade.

A professora P3 questiona-se com a falta de tempo que sente para a realização e preparação das APLs, mas no final, acaba com a seguinte conclusão: “*Será que o tempo despendido é gasto ou investido? Será que o tempo gasto hoje não é bom para rentabilizar amanhã?*”.

Como aspetos positivos, foi referido que o papel mais ativo dos alunos, com a possibilidade de mexer, ouvir, concluir, torna-os mais motivados e conseguem alcançar uma maior perceção do mundo que os rodeia.

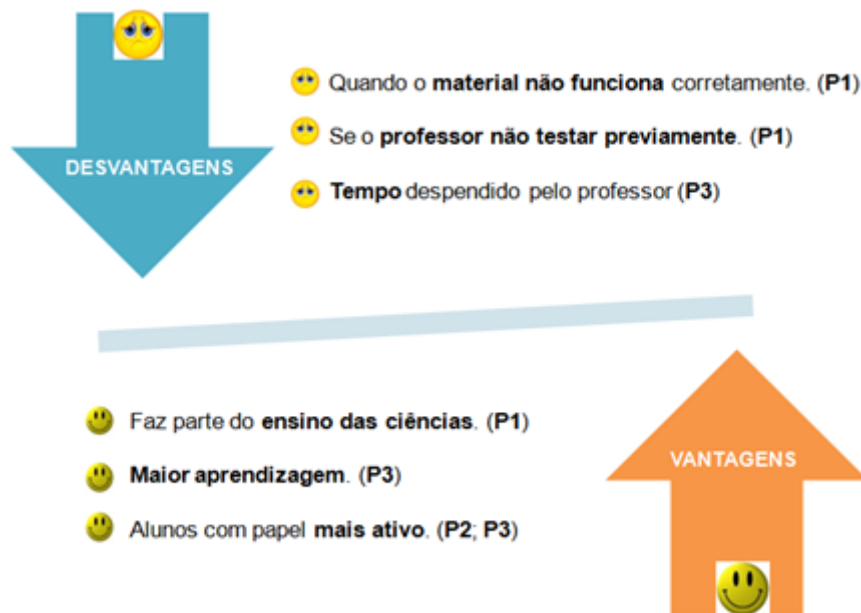


Figura 52 – Vantagens/desvantagens das APLs (2013/2014).

(B) RESEs

No que concerne aos RESEs, foram apontadas muitas mais vantagens do que desvantagens (figura 53).

Apenas a professora P3 apontou alguma preocupação com a realidade simulada, pois alguns alunos podem perder a capacidade de abstração que até ao momento ainda demonstram ter.

Em termos de vantagens, as professoras P1 e P2 não se coibiram de relatar o *feedback* dos seus alunos. Foram apontados aspetos positivos como o grau de motivação dos alunos, a melhoria nas aprendizagens, o facto de estarem reunidas na escola as condições mínimas para a utilização de um computador na sala de aula com acesso à internet; relataram ainda que os roteiros eram uma excelente ferramenta que guiava a exploração da simulação e permitia uma boa gestão do tempo da aula.

A professora P3, apesar da possível ameaça da perda da capacidade de abstração, também reconhece que estas simulações facilitam a compreensão de conceitos abstratos e não alcançados à escala humana.

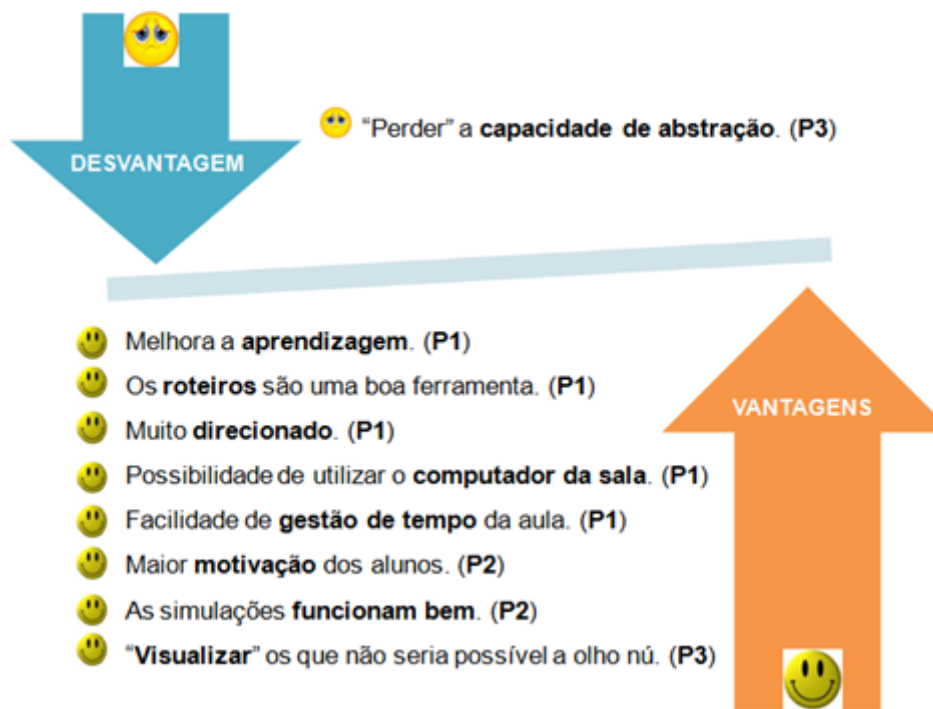


Figura 53 – Vantagens/desvantagens dos RESEs (2013/2014).

(C) REVEs

Em relação aos REVEs são apontadas mais vantagens do que desvantagens (figura 54).

A professora P1 gostaria que os vídeos tivessem uma maior contextualização histórica e considera que a apresentação do primeiro vídeo, que retrata a descrição de uma

lenda, pode dar a ideia aos alunos do pouco rigor da ciência e não viu nesse momento uma boa oportunidade para lançar a discussão entre pares.

As professoras P1 e P2 ficaram desagradadas com a apresentação de vídeos em português do Brasil, por considerarem que necessitaram de alertar os seus alunos para alguns significados de vocábulos diferentes. Quanto a esse ponto, a professora P3 referiu que deveremos dar preferência à apresentação em vídeos em português, mas antevê que os seus alunos teriam gostado igualmente de vídeos em inglês, desde que legendados. Manifesta também que os seus alunos compreenderam perfeitamente a mensagem dos vídeos e inclusive pelo facto da sonoridade brasileira ser mais agradável os alunos ainda mostravam mais interesse e atenção.

Como pontos fortes destacam o “efeito surpresa” de não ser a professora a apresentar os conteúdos e dos vídeos apresentarem os conteúdos num formato mais interativo, conjugando áudio e imagem.

Consideram que será uma boa alternativa ao manual escolar, nomeadamente nas situações em que este não é o mais adequado.

É ainda referida a vantagem de fazer pausas ao longo da visualização do vídeo, sob pena “dos alunos ficarem descontextualizados do que se está a apresentar no vídeo”.



Figura 54 – Vantagens/desvantagens dos REVEs (2013/2014).

(D) Pontos fortes e pontos fracos

A figura 55 ilustra os pontos fortes e os pontos fracos da implementação destas estratégias por parte dos professores de Física.

São apontados como constrangimentos a dificuldade sentida na gestão do tempo e a existência nas escolas básica de material de laboratório um pouco obsoleto. Referiram que o facto dos roteiros estarem demasiado direccionados, levou os “melhores” alunos a não desenvolverem o espírito crítico. Foi ainda mencionado por duas professoras que apesar de terem tido acesso atempadamente ao material fotocopiável, para os alunos foi difícil a organização das mesmas e nem sempre eram todas trazidas para a sala de aula. Uma das professoras considerou que os exemplares das fichas que foram entregues aos alunos, ao contrário da versão do professor, eram demasiado reduzidos, não havendo muito espaço para a colocação das respostas. A problemática dos vídeos em português do Brasil foi novamente apontada como entrave à compreensão e o alerta para as situações em que os professores evidenciam dificuldades em explorar os REDs.

No campo dos aspetos positivos, foi relatado que sentiram que tudo o que é interativo desperta a curiosidade dos alunos, nomeadamente daqueles com um nível de conhecimento mais baixo. Uma professora reconheceu que os *software* educativos “fascina” os alunos para a aprendizagem da Eletricidade e que se sentiu um clima de colaboração professora/ alunos no momento de correção das fichas.

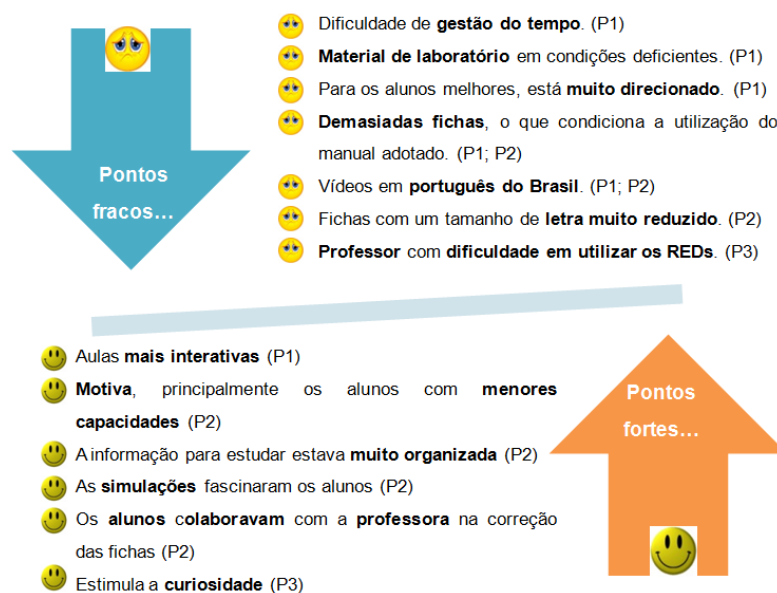


Figura 55 – Pontos fortes e pontos fracos da implementação das estratégias interativas, na opinião das professoras (2013/2014).

(E) Sugestões de melhoria

Na continuidade da reflexão dos pontos fortes e fracos da implementação destas estratégias, as professoras aludiram algumas sugestões de melhoria que gostariam de vir a ser seguidas (figura 56).

O grande volume de fotocópias já havia sido referido que implicava a necessidade de uma verba muito avultada, bem como uma dificuldade por parte dos alunos de as organizarem e não as perderem. Dessa forma, duas das professoras sugeriram que num futuro próximo, se poderia optar pela projeção das fichas no quadro branco e indicar aos alunos para registarem as respostas no seu caderno diário.

Houve ainda a preocupação destas metodologias interativas não apelarem muito à utilização do manual escolar em contexto de sala de aula, o que parece uma situação a reverter, indicada por uma das professoras.

Foi referido que as direções das escolas deveriam estar preocupadas com a manutenção dos espaços de laboratório e a renovação do material para as APLs, uma vez que estes vão sofrendo desgaste, oxidando ou mesmo até quebrando.

Nas situações em que a professora pode sentir alguma dificuldade na exploração dos REDs a professora P3 sugere pedir a colaboração dos alunos, pois assim até estes se sentem mais valorizados e envolvem-se mais na construção das suas aprendizagens. Considerou também que caso as entidades competentes adotassem medidas como a redução do número de alunos por turma e o encurtamento dos programas curriculares, seria possível que os alunos “tirassem dúvidas”, “analisassem”, “cada aluno pudesse explorar, levando o seu tempo”, “os alunos pudessem mexer e não só o professor”.

No desfecho da entrevista, a professora P3 revelou que não implementou na sala de aula uma aprendizagem colaborativa, mas reconhece que se o tivesse conseguido, provavelmente os resultados e a postura dos seus alunos teriam sido radicalmente diferentes.

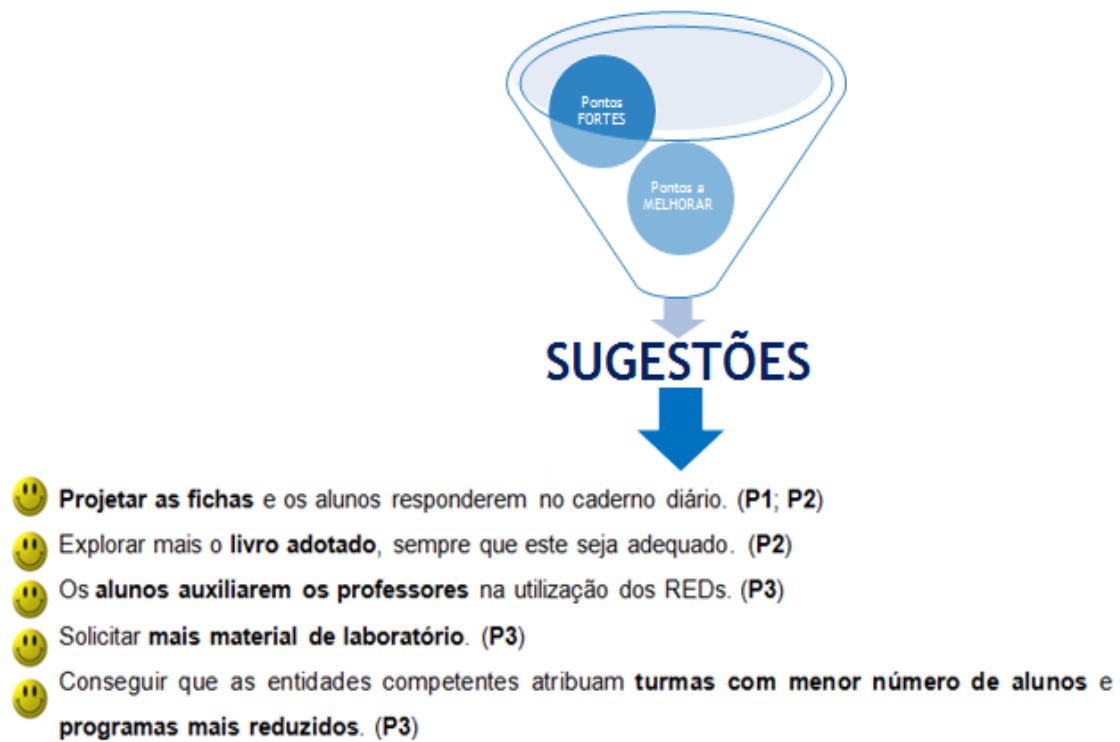


Figura 56 – Sugestões de melhoria, na opinião das professoras (2013/ 2014).

2. ANO LETIVO 2014/ 2015

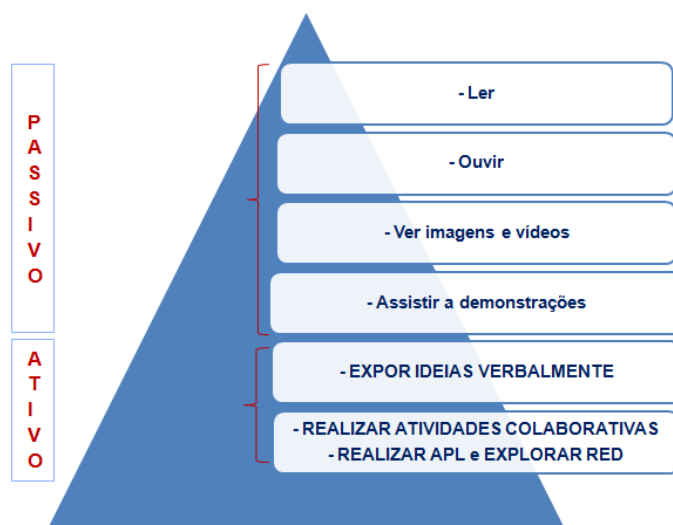
2.1. INTRODUÇÃO

No segundo ano de estudo (2014/2015) estiveram envolvidos 160 alunos e 5 professoras (uma das quais a autora deste trabalho). A intervenção foi realizada em duas escolas pertencentes ao distrito de Lisboa e concelho de Cascais, a saber: **Escola Secundária Ibn-Mucana (GC)** e **Escola Básica de Alcabideche (GE)**.

Neste estudo pretendeu-se compreender qual o impacto na aprendizagem dos conteúdos de Eletricidade por parte dos alunos, da conjugação dos recursos educativos interativos com a formação especializada em metodologia interativa na prática letiva.

Em ambos os grupos de estudo as aulas de Eletricidade desenrolaram-se no 3.º período, entre o dia 7 de abril até ao dia 5 de junho, correspondendo a cerca de 24 tempos (45/50 minutos). A primeira aula foi dedicada para a aplicação do pré-teste e a antepenúltima para realizar o pós-teste.

A figura 57 resume as estratégias implementadas no Grupo de Controlo (ensino passivo) e no Grupo Experimental (ensino ativo).



**Figura 57 – Tipologia de ensino aplicada a cada grupo de estudo.
(Adaptado de Edgar Dale, 1946).**

Assim, na **Escola Secundária Ibn-Mucana (GC)** os alunos tiveram um ensino tradicional (metodologia expositiva) e sem acesso aos recursos educativos interativos que elaborámos. Nestas aulas não se privilegiou a interação entre professoras/alunos e destes entre si, resumindo-se essencialmente a monólogos, cujos conteúdos apresentados seguiam rigidamente a sequência do manual adotado.

As aulas de Eletricidade foram dadas em salas com a tipologia habitual (detentoras de um quadro, mesas de dois lugares, cadeiras, um computador e um projetor) e também no laboratório de Física e Química (figura 58).



Figura 58 – Laboratório de Física e Química da Escola Secundária Ibn-Mucana.

Por oposição, na **Escola Básica de Alcabideche (GE)**, os recursos educativos foram explorados por mim, recorrendo a metodologias ativas como a *Peer Instruction* (Instrução pelos colegas – IpC) (Mazur, 1997), cujo foco principal se baseia no questionamento e no debate entre alunos e o *Just-in-Time Teaching* (Ensino sob Medida – EsM) (Novak et al., 1999), que tem como linha orientadora na arquitetura de cada aula o conhecimento prévio dos alunos.

As aulas sobre Eletricidade foram levadas a cabo em dois espaços distintos, a sala de Informática (figura 59) e sala de Física e Química (figura 60). Em ambos foram criadas zonas de i) apresentação, ii) trabalho individual e iii) trabalho colaborativo. Assim, na sala de FQ houve a necessidade de reagrupar as mesas que se encontravam no fundo da sala, para que só assim fosse possível a realização de trabalhos colaborativo.



Figura 59 – Sala de TIC.

Figura 60 – Sala de FQ da EB de Alcabideche.

Não nos foi possível agregar no mesmo espaço todos os recursos materiais e tecnológicos para a realização das aulas de Física. A situação desejável seria a possibilidade das escolas estarem dotadas de laboratórios de Física (figura 61) constituídos essencialmente por áreas de:

- ✓ trabalho laboratorial, com bancadas centrais.
- ✓ exploração de REDs, com computadores com acesso à internet.
- ✓ trabalho prático não laboratorial.
- ✓ pequenas apresentações.
- ✓ Armários-biblioteca com livros e revistas para pesquisa.

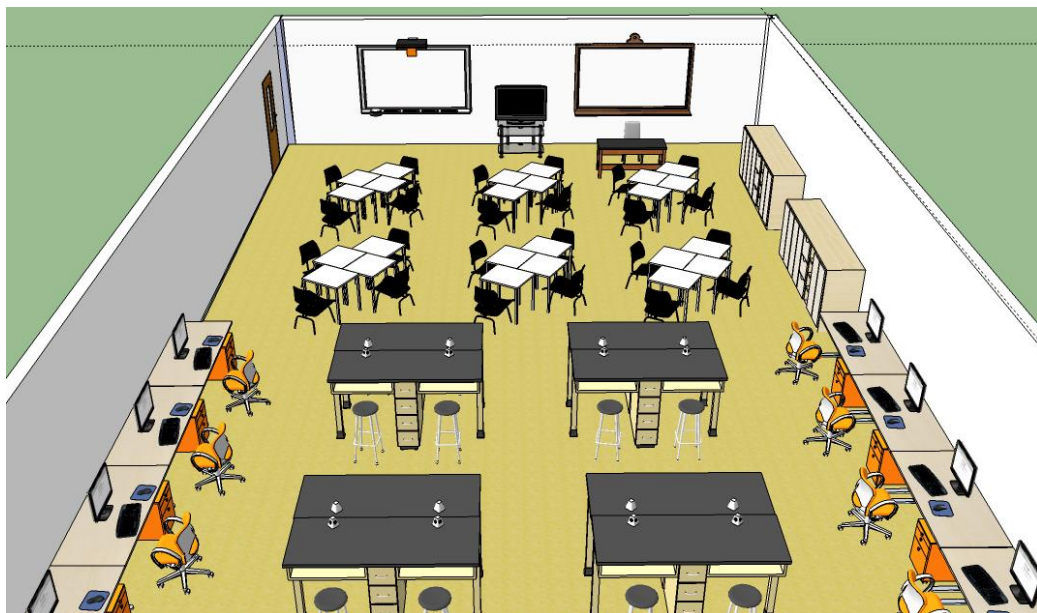


Figura 61 – Sugestão de laboratório de Física.

(Carvalho *et al.*, 2012).

Para a implementação dos recursos interativos privilegiou-se o ensino colaborativo entre pares e deu-se especial atenção à aprendizagem conceptual.

Sob pena de inviabilizar o sucesso do trabalho colaborativo, tive a missão de:

- ✓ Controlar os comportamentos.
- ✓ Intervir se necessário.
- ✓ Incentivar a discussão entre pares.
- ✓ Promover a interdependência positiva.
- ✓ Dar elogios sinceros.
- ✓ Esclarecer dúvidas.
- ✓ Promover o encerramento das atividades.
- ✓ Avaliar.

No desenvolvimento do **trabalho colaborativo**, informei quais os três elementos que constituíam cada grupo. Para cada uma das duas turmas do GE, foi possível a criação de grupos heterogéneos (com níveis diferentes de capacidades) e em alguns casos, grupos mistos.

Os alunos foram informados que teriam a missão não somente por aprender o que estaria a ser estudado, mas também de ajudar os colegas, criando um ambiente colaborativo efetivo. Para cada elemento foi atribuído, rotativamente, os seguintes papéis (figura 59):

- ✓ “Guardião do Tempo” – tem por missão colaborar na gestão do intervalo de tempo destinado para cada uma das tarefas. Poderá recorrer às seguintes expressões: “Não se esqueçam que nos foi atribuído... para a realização desta tarefa”; “Para cada parte da tarefa podemos demorar, em média...”; “Já só faltam... minutos”.
- ✓ “Controlador das Aprendizagens” – tem de se certificar se todos os elementos do grupo compreenderam e ninguém “anda à boleia” do grupo. Poderá aplicar as seguintes expressões: “Não te importas de explicar por palavras tuas?”; “Concordam que há necessidade de pedir à professora para nos vir dar uma pequena ajuda?”; “Alguém teve dúvidas?”; “E se fosses agora tu a realizar esta parte da tarefa? Queres tentar? Nós ajudamos!”, “Toda a gente já finalizou a tarefa?”.
- ✓ “Capitão do Silêncio” – tem o objetivo de garantir que todos os elementos participem de forma organizada e ponham em prática uma escuta ativa.

Poderá utilizar as seguintes expressões: “Estamos a fazer demasiado barulho!”, “Quem quer começar a falar?”, “Deixem o(a) colega falar até ao fim!”.

De forma a garantir que cada aluno desempenharia da melhor forma o papel que lhe havia sido atribuído, entreguei em cada aula um cartão com a sua identificação e as funções.



Figura 62 – Papel atribuído a cada elemento do grupo.

Para apurar a pontuação de cada grupo considerou-se a avaliação descritiva que, em cada aula, cada aluno fazia dos seus pares (pontos fortes e pontos a melhorar) e a classificação individual alcançada em cada protocolo experimental e/ou roteiro. Para aguçar o interesse e empenho dos alunos, estes eram informados com frequência sobre o desempenho do grupo e facultadas algumas recomendações de melhoria.

O frequente e imediato *feedback* que me era dado pelos alunos – relativamente ao que tinham compreendido, onde apresentavam dificuldades, quais as conceções prévias, quando não se envolviam ativamente nas tarefas propostas; permitiram tornar

as aprendizagens visíveis, manter os alunos informados dos seus sucessos e auxiliar os alunos na correção dos possíveis equívocos.

Para a arquitetura das aulas interativas tivemos em consideração toda a informação extraída dos instrumentos de avaliação, nomeadamente as conceções prévias diagnosticadas no pré-teste de conhecimentos e também a análise de dados da ficha de caracterização do(a) aluno(a).

Na figura 63 apresentamos a forma de implementação do vídeo, da APL, do *software* educativo, do *Quiz* e da *WebQuest*. Para cada recurso educativo, indicamos a metodologia aplicada (EsM, aprendizagem colaborativa, IpC e trabalho de projeto), bem como o local da sua realização (tarefa para casa ou em sala de aula).

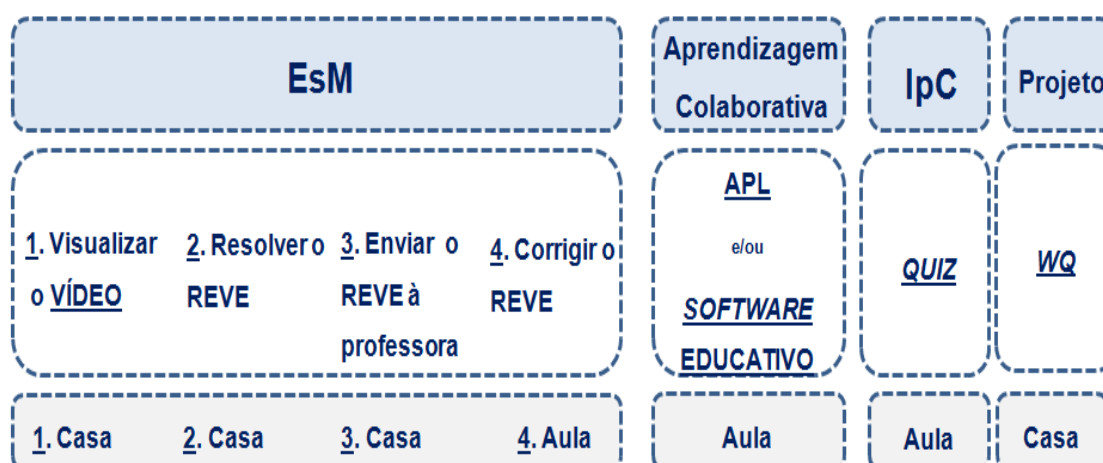


Figura 63 – Modo geral de implementação dos recursos interativos (Vídeo, APL, *Software* Educativo, *Quiz* e *WebQuest*).

(1) Vídeo Educativo

Antes da sua exploração, forneci o REVE (em formato papel e em digital), para os alunos acederem previamente ao vídeo e responderem às questões em casa. Antes do início da aula (12/24 horas) os alunos entregavam e/ou enviavam as respostas do roteiro. Corrigi, classifiquei e fiz reajustes na planificação de aula. Foram entregues as tarefas do aluno e discutidas as principais dúvidas diagnosticadas.

Adotando esta estratégia, foi possível implementar uma metodologia de ensino denominada de Ensino sob Medida (EsM), já abordada no capítulo anterior, que permite ao professor investigar as dificuldades dos estudantes em relação aos conceitos a serem abordados na aula, de modo a que seja possível ao professor preparar aulas sob medida para aqueles alunos.

Segundo Novak (1990), os principais objetivos do EsM são:

- Rentabilizar o tempo dentro e fora da sala de aula, para tirar maior benefício na aprendizagem.
- Contribuir para que o aluno assuma a responsabilidade pelas suas aprendizagens.
- Maximizar a eficácia da aprendizagem em aula, promovendo maior interação entre pares (aluno/ aluno e aluno/professor).

Assim, o EsM pode ser dividido em dois momentos: atividades pré-aula e aulas expositivas interativas.

(2) APL/ Software Educativo

Forneci o protocolo experimental ou Roteiro a cada aluno e foi feita uma interpretação conjunta e esclarecidas das dúvidas. Os alunos eram lembrados dos objetivos da tarefa e do tempo limite para a sua realização. Descolocavam-se seguidamente para a zona de trabalho colaborativo e davam início à tarefa.

No caso da exploração do *software* educativo, foi atribuído um computador por aluno. Os elementos do grupo discutiram as respostas entre si e concluída a tarefa, faziam chegá-las a mim, que as avaliei e analisei com os alunos.

(3) Quiz

Os *Quizzes* consistem em questões conceptuais de escolha múltipla e foram apresentadas após o ensino de cada um dos subtemas de Eletricidade. O processo de aplicação das perguntas, foi repartido nas seguintes etapas: **(i)** apresentação da questão (1 minuto); **(ii)** tempo para os alunos pensarem individualmente sobre a questão e fornecer a resposta (2 minutos); **(iii)** os alunos devem discutir com os colegas que apresentaram uma resposta diferente e apresentar os seus argumentos (2 minutos); **(iv)**; nova votação e explicação da resposta cientificamente correta (2 minutos).

A votação individual dos alunos realizou-se através do sistema de cartões. Para auxiliar os alunos na gestão do tempo, estes poderiam orientar-se pelo relógio da sala ou olhando para uma ampulheta, sendo que ao sinal sonoro da professora todos tinham de levantar o cartão que tinha expressa a opção correta de resposta.

Esta estratégia intitula-se de Instrução pelos Colegas (IpC) e para a sua implementação seguimos o diagrama da figura 12, apresentado no capítulo anterior.

A aplicação prévia do EsM, a realização das APL e a exploração do *software* educativo, auxiliou-me na definição das questões conceptuais, bem como promoveu oportunidades para os alunos aperfeiçoarem as suas habilidades de aceitar as críticas e a desenvolver argumentos sólidos, incentivando-os a tornarem-se participantes ativos da sua aprendizagem (Mazur, 2002).

(4) WebQuest

A *WebQuest* (WQ) foi facultada aos alunos para realizarem na modalidade de trabalho de projeto, em grupo e como trabalho de casa. Corrigi, avaliei e discuti com os alunos as principais dificuldades diagnosticadas. Por limitação de tempo, não houve oportunidade de fazer uma apresentação à turma dos trabalhos realizados.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

2.2.1. CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO EXPERIMENTAL

O Agrupamento de Escolas de Alcabideche é constituído pela escola sede (2.º e 3.º Ciclos), cinco escolas de 1.º Ciclo e duas instituições de Jardim de Infância.

A Escola Básica dos 2.º e 3.º Ciclos de Alcabideche foi criada pela Portaria n.º 907/ 83 de 1 de outubro e entrou em funcionamento no dia 1 de outubro desse mesmo ano civil.

A escola sede localiza-se na freguesia de Alcabideche, concelho de Cascais e distrito de Lisboa (figura 64).



Figura 64 – Localização geográfica da escola sede (Escola Básica de Alcabideche).

Nesta escola são lecionados os cinco anos do ensino básico (5.º, 6.º, 7.º, 8.º e 9.º), incluindo alguns alunos que se encontram internados no Centro de Medicina de Reabilitação de Alcoitão. Para além destes, no ano em que decorreu este estudo, funcionaram também neste estabelecimento de ensino três turmas do Programa de Integração de Educação e Formação (PIEF) e uma turma de Percursos Curriculares Alternativos (PCA).

Em termos de valências do edifício Sede, este é detentor de:

- um complexo desportivo.
- um bloco de um só piso, constituído por 24 salas de aulas, que incluem espaços específicos para a lecionação das disciplinas de Educação Musical, Educação Visual e Tecnológica, Ciências Naturais, Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e Ciências Físico-Químicas (CFQ).

Todas as salas possuem, na secretária do professor, um computador com ligação à internet e há também um projector multimédia.

A sala de TIC é detentora de 14 computadores para uso dos alunos que frequentam a respetiva disciplina e há também a possibilidade dos restantes professores requisitarem o referido espaço para as suas aulas, sempre que esta se encontre disponível. Ao centro estão dispostas mesas com o formato em “U”, para a realização de tarefas escritas e/ ou realização de debates entre pares.

A sala destinada para as aulas de FQ possui mesas de dois lugares, bancadas laterais com saída de água e o material de laboratório encontra-se armazenado numa arrecadação anexa ao “laboratório”.

Como espaços extra aula, os alunos podem usufruir de um átrio interior, um espaço exterior ao edifício devidamente gradeado e um Biblioteca/ Centro de Recursos equipada com livros/ enciclopédias e recursos digitais (13 computadores com ligação à internet). Os espaços destinados ao recreio dos alunos não são rentabilizados para a colocação de equipamento no âmbito das ciências, nem para expor trabalhos realizados pelos estudantes. Os alunos só estão autorizados a utilizar os computadores existentes na Biblioteca/Centro de Recursos quando se fazem acompanhar por uma tarefa proposta por um dos docentes das respetivas turmas.

No que concerne aos diferentes setores de apoio e prestação de serviços, a escola tem Papelaria, Reprografia, Bufete, Refeitório e Gabinete de Ação Social Escolar.

No Agrupamento não é habitual a realização de visitas de estudo e/ou dinamização de projetos, uma vez que as verbas financeiras têm de ser encaminhadas para suprir as necessidades básicas decorrentes das inúmeras carências a nível alimentar e de recursos materiais.

A. Caracterização da Comunidade Educativa

Os alunos que frequentam a escola Sede do Agrupamento são maioritariamente residentes em dois bairros camarários (Bairro do Alcoitão e Bairro da Cruz Vermelha). A população escolar tem naturalidade muito diversificada (figura 65), nomeadamente Portuguesa, países de Língua Oficial Portuguesa (CPLP) e de alguns países membros da União Europeia.

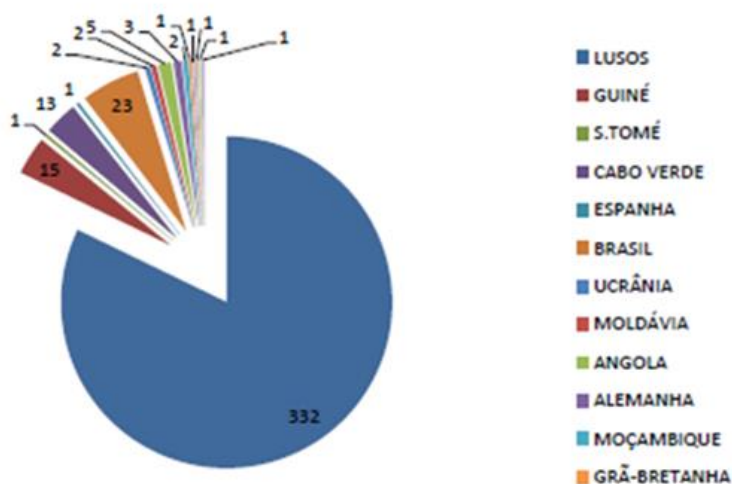


Figura 65 – Proveniência dos alunos.

A grande maioria dos Pais/Encarregados de Educação encontra-se em situação de desemprego e como tal, o abono de família e o Rendimento de Inserção Social (RSI) constituem, por muitos, a única fonte de sobrevivência.

Como possível consequência da diversidade cultural e dos graves problemas socioeconómicos e familiares, a escola ocupa uma posição muito desfavorável no *Ranking* das Escolas do Ensino Básico, 2013 (**posição 1262**), refletindo-se também na elevada taxa de insucesso escolar. Face a esta realidade, todos os membros responsáveis do processo educativo dos alunos envolvem-se no objetivo traçado para o Agrupamento:

“Procurar o bem-estar físico, psíquico e social da Comunidade Educativa, com vista ao sucesso nas suas múltiplas vertentes e à plena integração dos jovens na sociedade global dos nossos dias”.

B. Caracterização da Amostra

A amostra pertencente ao Grupo Experimental (GE) é constituída por 28 alunos das duas turmas de 9.º ano da Escola Básica de Alcabideche, sendo que 50 % são do género feminino e 50 % do género masculino. A média de idades é de 15 anos e são alunos oriundos de território nacional, da Guiné-Bissau, de Moçambique, do Brasil e da Moldávia. Uma percentagem significativa de alunos beneficia de apoio social, pondo a descoberto as evidentes carências económicas do meio escolar.

A maioria dos 28 alunos pertencentes ao grupo experimental da Escola Básica de Alcabideche (2014/2015) iniciou a sua vida académica com a frequência do ensino pré-escolar, tendo registados nesse percurso escolar algumas retenções, que por vezes aconteceram no mesmo ano de escolaridade.

Quando estes foram inquiridos se nutriam gosto pela disciplina de Físico Química, a maioria respondeu afirmativamente. No campo dedicado à justificação da sua escolha, 46,43 % dos alunos abstiveram-se de a apresentar e dos restantes, as três opções mais escolhidas foram: vantagem de saber/descobrir mais, a possibilidade de realizarem APLs e a capacidade de os cativar. De realçar que apenas um aluno considerou que as temáticas abordadas apresentam uma ligação com o dia-a-dia. Tal situação põe a descoberto que estes alunos, no início do ano lectivo não valorizavam a importância da disciplina para a realização das atividades do quotidiano.

Os elementos do agregado familiar, na sua globalidade, não possuem formação para auxiliar os seus educandos nas atividades escolares e como tal, estes reconhecem que é na escola ou com as pesquisas na internet que conseguem aprenderem um maior volume de informação alusiva à ciência.

Na transição do 7.º para o 8.º ano de escolaridade, a taxa de sucesso da disciplina não sofreu grande alteração, ao contrário da qualidade de sucesso, que registou um decréscimo. Em ambos os anos de escolaridade, a maioria dos alunos alcançou no final do 3.º período o nível 3, porém na transição do 7.º para o 8.º muitos níveis 4

converteram-se em nível 3.

As expectativas destes alunos relativamente à formação futura é relativamente baixa, uma vez que há alunos que aspiram concluir apenas o 9.º ano, outros a escolaridade obrigatória (12.º ano de escolaridade) e uma percentagem muito residual ambiciona tirar um curso superior.

No que concerne à caracterização sociocultural, a maioria dos alunos ocupa os seus tempos livres com a realização de atividades individuais (dormir, ver televisão, realizar tarefas no computador, ler e desenhar). Vão com alguma frequência ao cinema. A maioria refere que não participaram em qualquer projeto dinamizado por um museu e/ou instituição de ensino.

Na secção dedicada às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), a maioria dos alunos dá a conhecer que em casa possui computador com ligação à internet, porém não aproveitam todas as suas valências, restringindo-se apenas quase exclusivamente para ver o *email*. Os alunos têm a noção que a escola está apetrechada com recursos digitais e veem a sua utilização como um fator positivo para conseguirem captar mais atenção e interesse nos assuntos abordados. Uma minoria refere que esta estratégia de ensino e aprendizagem ainda poderá contribuir para aumentar a motivação.

Quanto à realização de Atividades Práticas de Laboratório (APL), a maioria dos alunos reconhece o crucial valor desta estratégia de ensino e aprendizagem, uma vez que contribui para aumentar a sua literacia científica e potencia a motivação. Na sua realização, a maioria revela que é mais proveitoso quando são eles os “autores” da atividade e é do seu agrado a realização do relatório em pequeno grupo.

De realçar também que uma grande maioria dos alunos não respondeu à questão em que se pedia para fundamentarem sobre as vantagens/ desvantagens das TIC e das APL, o que nos faz adivinhar que no ano letivo anterior à aplicação do nosso estudo (2013/2014) estes não estavam acostumados a explorar estas ferramentas interativas.

2.2.2. CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO DE CONTROLO

O Agrupamento de Escolas Ibn-Mucana foi criado por Despacho do secretário de Estado de Educação, datado de 1 de julho de 2010, tendo iniciado as suas atividades nessa data.

Integram neste Agrupamento um jardim de infância, 5 escolas do 1.º Ciclo do Ensino Básico e a escola sede - Escola Secundária Ibn-Mucana, onde se realizou o presente estudo.

A escola sede localiza-se na freguesia de Alcabideche, concelho de Cascais e distrito de Lisboa (figura 66).

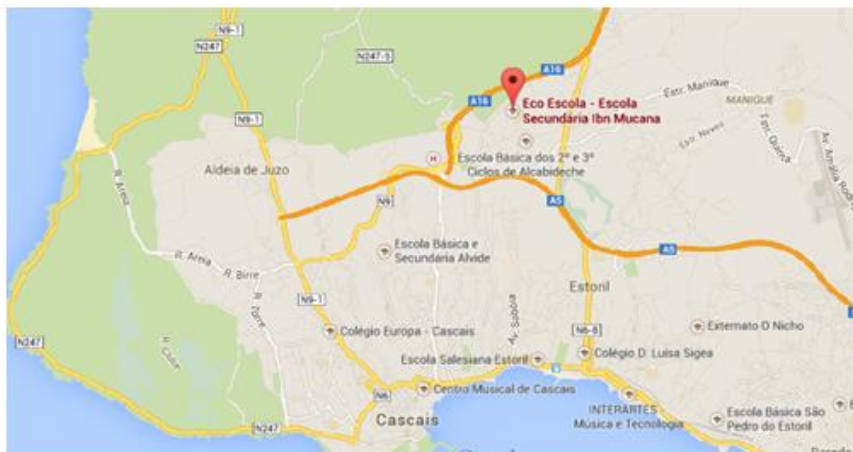


Figura 66 – Localização geográfica da Escola Secundária Ibn-Mucana.

Este agrupamento abarca o exercício da docência de diversos ciclos de ensino, desde o pré-escolar até ao ensino secundário. São ainda ministrados Cursos de Educação e Formação (CEF) de adultos e Cursos de Ensino Profissional.

Em termos de valências do edifício sede, este é constituído por 6 pavilhões ligados por um corredor aberto, pelo refeitório, pelo pavilhão Multiusos, campos de jogos, zonas verdes e espaços de recreio e lazer.

Para as atividades curriculares estão alocadas 27 salas de aula normais, 4 laboratórios, salas específicas e espaços desportivos.

Existem também espaços para Serviços, Gestão e Administração, a saber: Biblioteca Escolar/ Centro de Recursos Educativos (BE/CRE), Gabinete do Serviço de Psicologia e Orientação (S.P.O.), sala de educação especial e gabinete médico.

No que aos recursos tecnológicos diz respeito, a escola possui 39 projetores e 12 quadros interativos.

A. Caracterização da Comunidade Educativa

O Agrupamento possui 168 docentes ao seu serviço, sendo que 91 % pertencem aos quadros e 93,4 % lecionam há 10 ou mais anos, dando provas de grande experiência e profissionalismo. O pessoal não docente é constituído por 48 trabalhadores, dos quais 37 são assistentes operacionais, 10 são assistentes técnicos e um é técnico superior.

No que se refere à Ação Social Escolar (ASE), no universo de alunos do Agrupamento, 67 % não beneficia de apoios económicos. De referir que apenas 11 % dos alunos são de nacionalidade estrangeira (oriundos de 30 países). Relativamente às habilitações académicas dos pais/Encarregados de Educação dos alunos que frequentam o ensino básico, 16 % tem formação académica superior. Quanto às suas atividades profissionais, cerca de 19 % exercem funções de nível superior e intermédio.

O Agrupamento ocupa uma posição muito favorável no *Ranking* das Escolas do Ensino Básico, 2013 (**posição 166**), refletindo-se também na elevada taxa de sucesso escolar. Todos os membros responsáveis do processo educativo dos alunos envolvem-se no objetivo traçado para o Agrupamento:

“Construir uma resposta educativa à medida das necessidades, expectativas e projetos dos alunos, pais e comunidade, promovendo aprendizagens de qualidade, ao nível da excelência, que contribuam para o desenvolvimento, a formação e cultura dos alunos, de forma a tornarem-se confiantes e contribuam de forma harmoniosa e responsável para a melhoria da qualidade de vida na sociedade da complexidade e da globalização.”

B. Caracterização da Amostra

A amostra pertencente ao Grupo de Controlo (GC) é constituída por 131 alunos das seis turmas de 9.º ano da Escola Secundária Ibn Mucana, sendo que 50,5 % são do género feminino e 49,6 % do género masculino. A média de idades é de 14 anos.

A maioria dos 131 alunos pertencentes ao Grupo de Controlo (GC) da Escola Secundária Ibn Mucana (2014/ 2015) iniciou a sua vida académica com a frequência do ensino pré-escolar e apenas 26 % dos alunos inquiridos registaram retenções.

Quando estes foram inquiridos se nutriam gosto pela disciplina de Físico Química, 59 % respondeu afirmativamente e 41 % negativamente. No campo dedicado à justificação da sua escolha, 40 % dos alunos não responderam e/ou não sabem, 28 % considera a disciplina interessante e 13 % refere que é uma disciplina difícil, porque envolve muito cálculo matemático.

De realçar que 80 % dos alunos tem por hábito estudar em casa e quando surgem dúvidas, apenas 37 % dos alunos efetua pesquisas em sites, já que 62 % dos alunos não têm em casa alguém que os consiga ajudar.

Ainda não têm bem definido o percurso académico que tencionam seguir, sendo que 66 % não tenciona seguir a área de ciências.

No que concerne à **caracterização sociocultural**, os alunos tanto ocupam os seus tempos livres com atividades individuais, bem como atividades coletivas. Vão com frequência ao cinema e museus e a maioria (87 %) não participou em projetos.

Na secção dedicada às **Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)**, a maioria dos alunos dá a conhecer que em casa possui computador com ligação à internet. Ligam-se à rede para ver o *email*, ler jornais e revistas, pesquisar bibliografia e explorar jogos didáticos. Procuram não estar muito tempo na internet e a maioria refere que utiliza menos de duas horas por dia o computador. Os alunos têm a noção que a escola está apetrechada com recursos digitais e veem a sua utilização como um fator positivo.

Quanto à realização de **Atividades Práticas de Laboratório (APL)**, a maioria dos alunos reconhece o crucial valor desta estratégia de ensino e aprendizagem, uma vez que contribui para a aprendizagem, é mais motivador, o aluno tem um papel mais ativo

e apela ao incremento da curiosidade.

A maioria dos alunos (75 %) considera que a realização das APLs é mais proveitosa quando realizada em grupo e 71 % dos alunos tem por hábito comparar os resultados obtidos com os modelos teóricos.

2.3. RESULTADOS DO TESTE DE CONHECIMENTOS

No ano letivo 2014/2015 o teste de conhecimentos foi aplicado a 28 alunos pertencentes ao grupo experimental (GE) e a 132 alunos do grupo de controlo (GC), de escolas do concelho de Cascais.

Neste ponto pretende-se investigar se a **melhoria de resultados** entre o pré-teste e o pós-teste é **significativa** para os dois grupos em estudo.

(A) Análise dos resultados por questão

Neste ponto realizamos a análise dos resultados por questão no pré e pós teste, para os grupos de controlo e experimental. Por análise do gráfico da figura 67 verifica-se que os resultados do pré-teste foram superiores no grupo de controlo na maioria das questões, nomeadamente: 1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22 e 23.

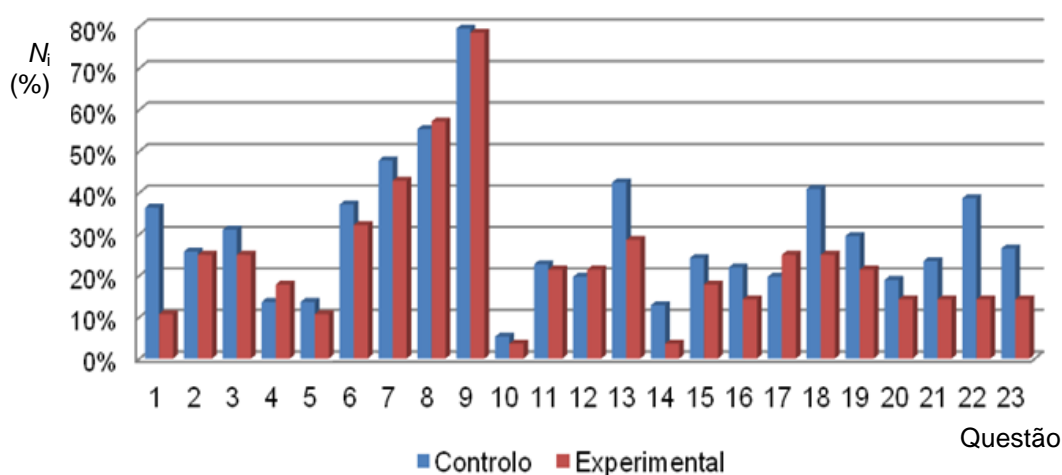


Figura 67 – Resultados do pré-teste por questão (2014/2015).

Contudo, a situação inverte-se no pós-teste e o GE obteve melhores resultados na maioria das questões, designadamente: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23 (figura 68).

Assim e comparativamente, as questões 1, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 18, 19, 20, 21, 22 e 23 registaram melhores resultados no pré-teste no grupo de controlo, mas no pós-teste os resultados foram melhores no GE.

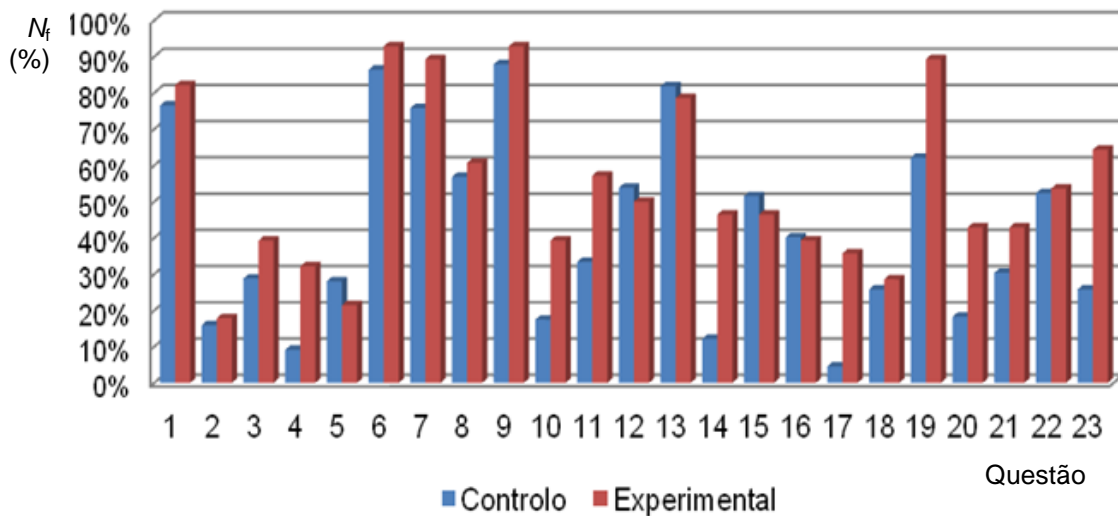


Figura 68 – Resultados do pós-teste por questão (2014/2015).

(B) Estudo do ganho absoluto e normalizado

Neste ponto pretende-se averiguar se a melhoria de resultados entre o pré-teste e o pós-teste é significativa para os dois grupos em estudo.

Por análise da tabela 22 verifica-se que, em média, houve um ganho positivo em ambos os grupos. No grupo de controlo o ganho absoluto médio foi de 12,48 % com desvio padrão de 14,28 % e o ganho normalizado médio foi de 16,17 % com desvio padrão de 19,09 %. Regista-se uma elevada dispersão de resultados. Relativamente ao grupo experimental, este obteve um ganho absoluto médio de 30,59 % com desvio padrão de 12,77 % e para o ganho normalizado o valor médio de 39,36 % com desvio padrão de 13,63%. Neste grupo a dispersão de resultados também é elevada mas

consideravelmente inferior à do grupo de controlo e os valores médios são também superiores aos valores registados no grupo de controlo.

Pela aplicação do teste t verifica-se que os valores médios dos ganhos registados em ambos os grupos foram estatisticamente significativos, ou seja, a evolução positiva de resultados foi significativa em ambos os grupos.

Tabela 22 – Ganho absoluto e normalizado, por grupo de estudo (2014/2015).

Ganho	Grupo Controlo			Grupo Experimental		
	Média	Desvio padrão	Estatística teste t (valor de prova)	Média	Desvio padrão	Estatística teste t (valor de prova)
Absoluto	12,48%	14,28%	10,045(0,000)	30,59%	12,77	12,674(0,000)
Normalizado	16,17%	19,09%	9,732(0,000)	39,36%	13,63	15,283(0,000)

(C) Comparação dos resultados entre grupos

Neste ponto precede-se à comparação de resultados entre grupos (controlo/experimental) para os dois tipos de ganho (absoluto/normalizado).

Relativamente ao **ganho absoluto** (tabela 23 e figura 65), verifica-se que para o grupo de controlo o mínimo de -21,74 % e máximo de 47,83 %, com valor médio de 12,48 % e desvio padrão de 14,28 %. A dispersão dos resultados é muito elevada. O valor médio do ganho absoluto para este grupo encontra-se entre os valores 10,03% e 14,94 % com 95 % de confiança. Quanto ao grupo experimental observa-se valor mínimo de 0 % e máximo de 52,17 %, com média de 30,59 % e desvio padrão de 12,77 %; a dispersão é elevada, mas muito inferior à dos resultados do grupo de controlo. O valor médio do ganho absoluto deste grupo varia entre 25,64 % e 35,54 % com 95 % de confiança.

Pode-se observar no diagrama de extremos e quartis da figura 69 a distribuição dos resultados entre os valores extremos (mínimo e máximo), sendo visível a maior dispersão no grupo de controlo.

Pela aplicação do teste t para grupos independentes conclui-se que as diferenças observadas são estatisticamente significativas, ou seja, pode-se afirmar que a evolução positiva de resultados é significativamente superior no grupo experimental face o grupo de controlo.

Tabela 23 – Ganho absoluto por grupos de estudo (2014/2015).

Aplicação teste t para grupos independentes para testar a igualdade dos valores médios. Estatística de teste t : -6,202; valor de prova: 0,000

Grupo	Estatísticas descritivas					IC 95% (média)	
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coeficiente variação	Limite inferior	Limite superior
Controlo	-21,74%	47,83%	12,48%	14,28%	114,42%	10,03%	14,94%
Experimental	0,00%	52,17%	30,59%	12,77%	41,75%	25,64%	35,54%

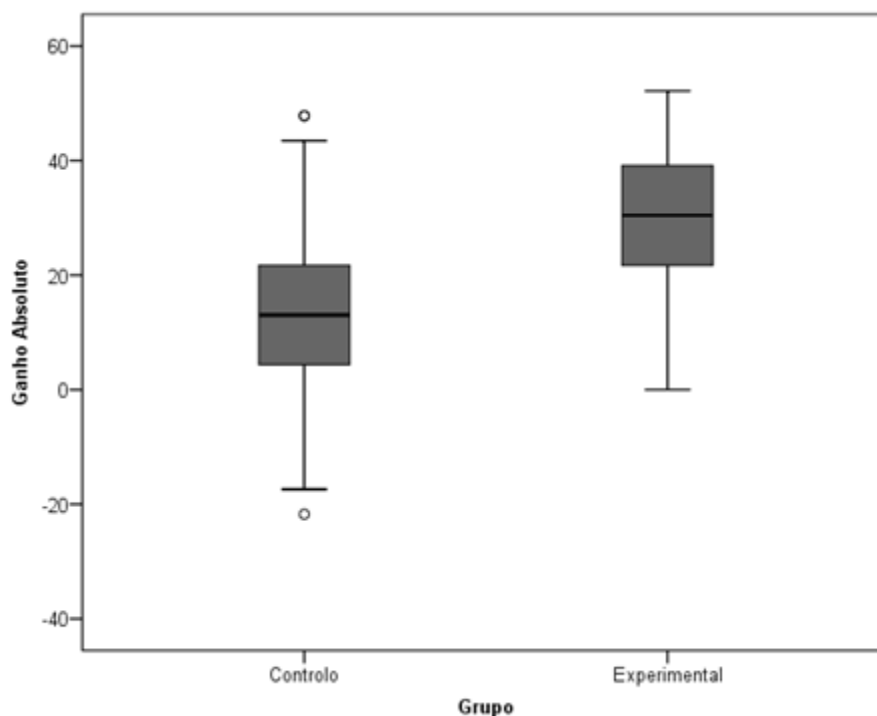


Figura 69 – Diagrama de extremos e quartis para o Ganho Absoluto (2014/ 2015).

Relativamente ao **ganho normalizado** (tabela 24 e figura 70) verifica-se que para o grupo de controlo o mínimo de -35,71 % e máximo de 57,89 %, com valor médio de 16,17 % e desvio padrão de 19,09 %. A dispersão dos resultados é muito elevada. O valor médio do ganho normalizado para este grupo encontra-se entre os valores 12,89 % e 14,46 % com 95 % de confiança. Quanto ao grupo experimental, observa-se um valor mínimo de 0 % e máximo de 63,16 %, com média de 39,36 % e desvio padrão de 13,63 %. A dispersão é elevada, mas muito inferior à dispersão dos resultados do grupo de controlo. O valor médio do ganho normalizado deste grupo varia entre 34,07 % e 44,64 % com 95 % de confiança.

Pode-se observar no diagrama de extremos e quartis da figura 66, a distribuição dos resultados entre os valores extremos (mínimo e máximo), sendo visível a maior dispersão no grupo de controlo.

Pela aplicação do teste *t* para grupos independentes conclui-se que as diferenças observadas são estatisticamente significativas, ou seja, pode-se afirmar que a evolução positiva de resultados é significativamente superior no grupo experimental, face ao grupo de controlo.

Tabela 24 – Ganhos normalizados por grupo de estudo (2014/2015).

Grupo	Estatísticas descritivas					IC 95 % (média)	
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coeficiente variação	Limite inferior	Limite superior
Controlo	-35,71%	57,89%	16,17%	19,09%	118,06%	12,89%	19,46%
Experimental	0,00%	63,16%	39,36%	13,63%	34,63%	34,07%	44,64%

Nota: Aplicação teste *t* para grupos independentes para testar a igualdade dos valores médios. Estatística de teste *t* : -6,097; valor de prova: 0,000.

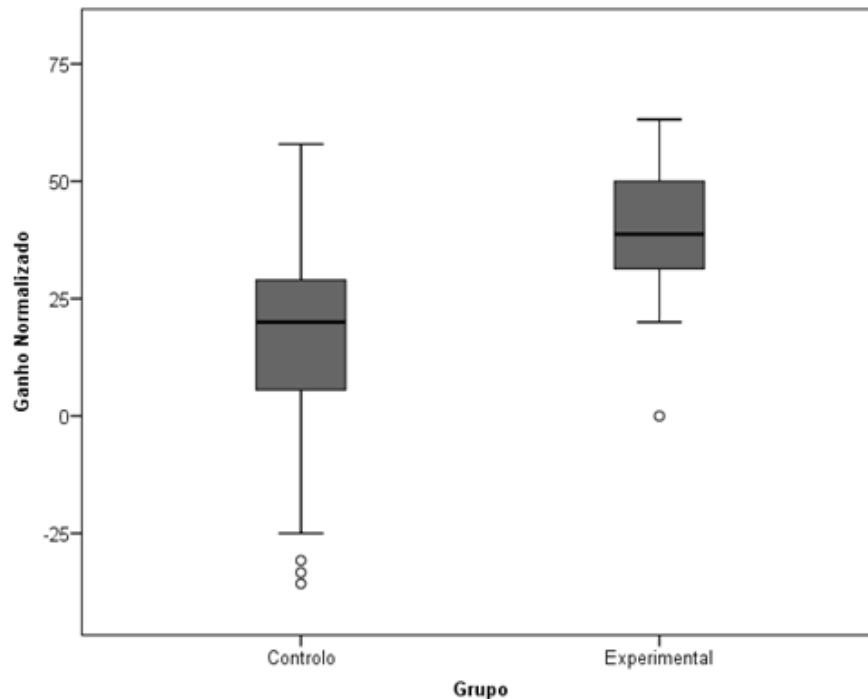


Figura 70 – Diagrama de extremos e quartis para o Ganho Normalizado (2014/ 2015).

No ano letivo de 2014/ 2015, o **GC** teve um valor de G_r próximo dos 20 % consistentes com os relativos à aprendizagem com uma metodologia tradicional e tendo como referência outros testes de conhecimento conceitual (Mazur, 1997; Savinainen & Scott, 2002). Contudo, o **GE** apresenta ganhos relativos de aprendizagem significativamente superiores, próximos dos 40 % (região que pode ser associada à aprendizagem com um ensino interativo). A figura 71 ilustra esta informação.

Note-se que este ganho de aprendizagem tem mais significado se tivermos em conta que o GE teve um resultado médio no pré-teste inferior ao do GC, suplantando-o largamente no pós-teste.

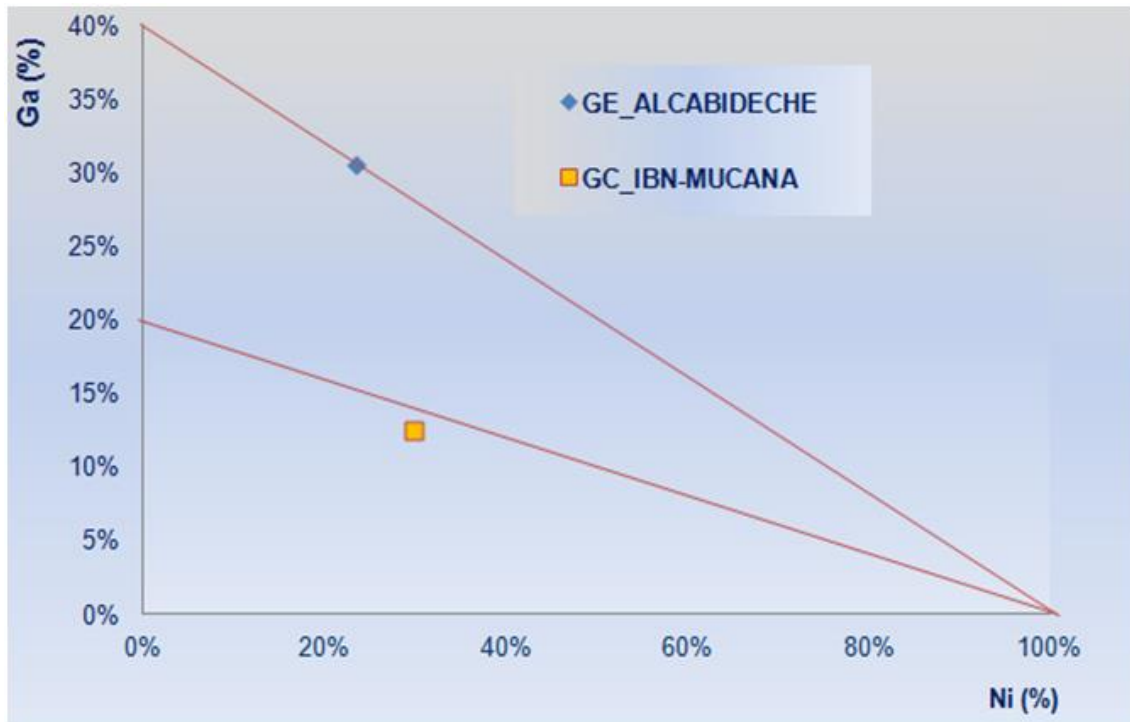


Figura 71 – Gráfico do ganho absoluto médio em função da nota média no pré-teste.

O elevado aumento de aprendizagem registrado no **GE** (2014/ 2015) está bem ilustrado na figura 72, que traduz o número total de respostas certas (expresso em percentagem) obtidas antes e após a intervenção. A figura evidencia que a taxa de sucesso no pós-teste foi bastante superior à alcançada no pré-teste.

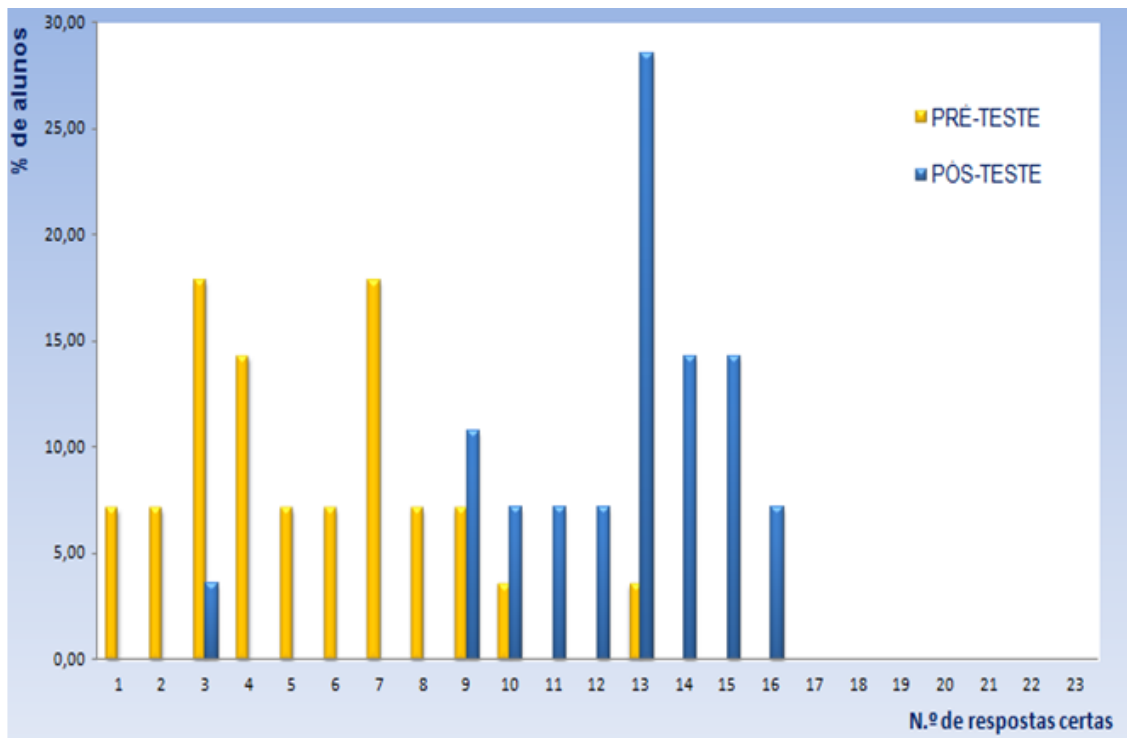


Figura 72 - Número total de respostas certas para o GE (2014/ 2015), obtido antes e após a intervenção.

2.4. ENTREVISTAS DOS ALUNOS DO GE

Nas entrevistas realizadas no ano letivo 2014/2015, na Escola Básica de Alcabideche foram selecionados aleatoriamente dois alunos do 9.º A (10_A e 11_A) e seis alunos do 9.º B (2_B; 5_B; 19_B; 20_B; 24_B; 25_B). Nesta última turma muitos mais alunos demonstraram o interesse em participar, porém foi-lhes explicado que apenas tinham sido selecionados os seis primeiros interessados, pois já reunia uma amostra heterogénea cada uma com a dimensão adequada.

Os alunos tiveram a missão de responder a onze questões, tendo em média cada entrevista demorado 10 minutos.

Após a transcrição das oito entrevistas, as respostas dadas foram categorizadas. Essa informação é seguidamente representada esquematicamente, tendo havido a preocupação de realçar a frequência absoluta de cada uma das categorias de resposta, por ação de setas.

(A) Motivação e Aprendizagem

Quando os alunos foram inquiridos sobre os fatores eles consideraram que potenciaram o incremento do seu grau de motivação nas aulas de Eletricidade, houve unanimidade em afirmar que esta abordagem interativa em muito se afasta das metodologias tradicionais.

Da análise da figura 73, constatamos que a maioria dos alunos refere que a noção de que estariam a compreender os conceitos e a sua postura mais ativa na sala de aula, foram determinantes para se sentirem mais motivados.

O facto de estarem perante metodologias de ensino e aprendizagem muito diversificadas também foi um fator selecionado por 4 alunos.

Referiram também que *“dessa forma, interessávamo-nos mais pelos assuntos e tirávamos melhores notas”, “é mais fácil aprender explorando e descobrindo e pesquisando”, “aprendi mais sobre a eletricidade e alertou-me a ter mais cuidado (na escola e em casa) para não apanhar choques elétricos, sobre a poupança de energia em casa”*.



Figura 73 – Fatores que potenciam a motivação dos alunos (2014/ 2015).

A figura 74 ilustra os fatores indicados pelos alunos como tendo potenciado a aprendizagem dos conceitos de Eletricidade.

A maioria dos alunos reconheceu que como estavam a receber constantemente o *feedback* do trabalho realizado, a noção de que estava a haver uma melhoria do desempenho escolar, os incentivava a querer aprender cada vez mais e melhor.

Alguns alunos proferiram as seguintes frases: “...eu acho engraçado aprender em grupo, aprendermos todos, para que cada um partilhe os seus conhecimentos”, “divertimo-nos mais, porque a matéria é aprendida por meios que nós gostamos mais e isso ajuda-nos mais”, “...porque ao estarmos concentrados percebíamos melhor...com a utilização do computador, que é algo que já usamos com muita frequência, mantém-nos mais concentrados. Para além disso, subi as notas e quase não tive de estudar, porque estava concentrado e comecei a gostar mais da matéria.”

Também nas respostas dos alunos encontramos referências às vantagens da exploração dos REDs e da realização dos Quizzes.



Figura 74 – Fatores que potenciam a aprendizagem dos alunos (2014/ 2015).

(B) Estratégias de Ensino e Aprendizagem mais aliciantes

Da análise da figura 75 verificamos que as APLs e os RESEs foram as atividades que mais fascinaram os alunos, seguindo-se os *Quizzes* e por fim as REVEs.

Quatro dos alunos entrevistados referiram que não conseguiriam eleger apenas uma só atividade que os tinha agradado mais. Nesse caso, foi dada a liberdade para expressarem a sua opinião e 2 alunos referiram simultaneamente as APLs e os *Quizzes*, um aluno os REVEs e os *Quizzes* e um aluno selecionou as seguintes três atividades: REVEs, RESEs e APLs.

Em termos de atividades que menos os aliciaram, dois alunos mencionaram a *WebQuest* e um aluno os REVEs.

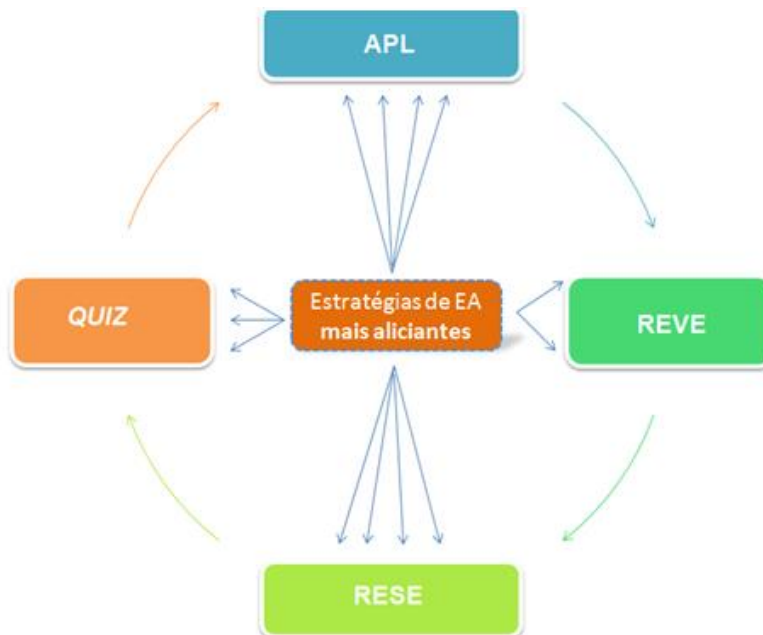


Figura 75 – Atividades mais aliciantes (2014/ 2015).

(C) APLs

A figura 76 ilustra as vantagens e desvantagens apontadas pelos alunos para o caso das APLs. Para cada categoria de resposta indicou-se o número de alunos que a mencionou.

A maioria dos alunos reconheceu a importância das APLs para a compreensão dos conceitos de Eletricidade e atribuem esse facto ao papel ativo que eles desempenham durante essas atividades, chegando a dizer: “*somos nós a fazer a experiência*”, “*...ficamos mais ativos e fazemos mais coisas na aula*”.

Também dão ênfase à importância de visualizarem os fenómenos físicos com a realização das APLs e aqui recordam as limitações da exploração do manual escolar, que sendo estático, não lhes permite testar a veracidade das leis e teorias científicas.

Dois alunos referem que se sentiram muito motivados e um só lamenta que não tivessem tido acesso a mais material de laboratório.

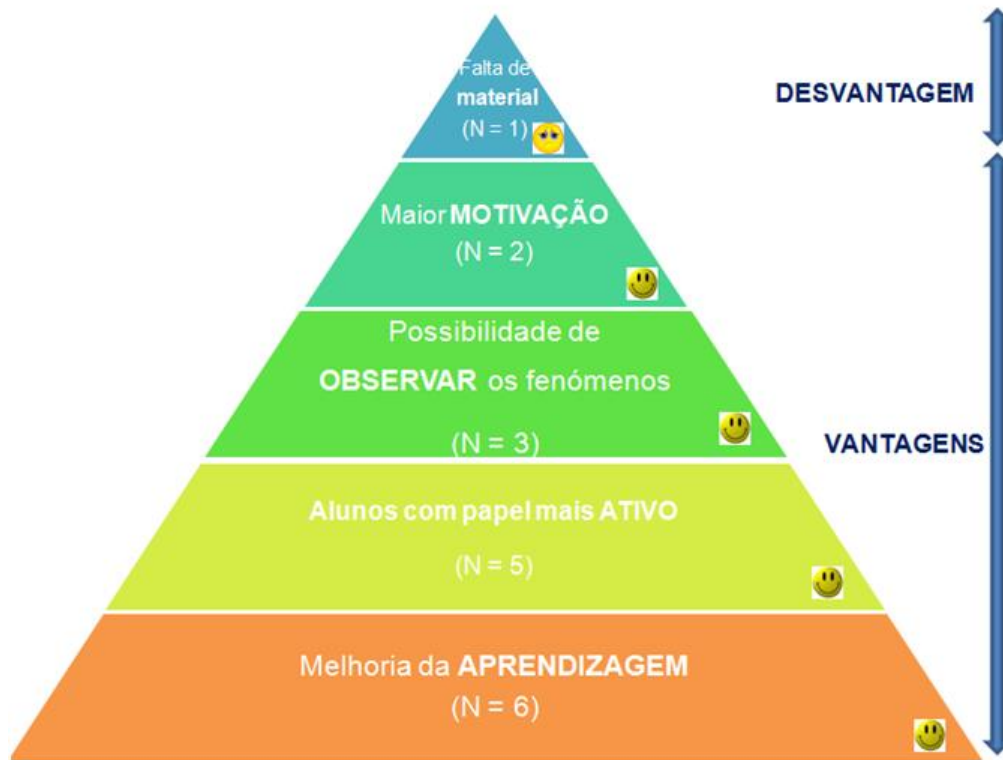


Figura 76 – Vantagens/ desvantagens das APLs (2014/ 2015).

(D) RESEs

A figura 77 ilustra as vantagens e desvantagens que os alunos apontaram para as RESEs.

Confrontando as figuras 76 com a 77, constatamos que as vantagens apontadas para as APLs e RESEs são muito semelhantes. De realçar apenas que no caso dos RESEs os alunos não referem a importância do seu papel ativo, focando-se apenas em realçar a aprendizagem colaborativa como um aspeto de grande relevância. Também na referência aos RESEs um aluno mostrou preocupação com os riscos elétricos associados à montagem experimental dos circuitos elétricos e vê as simulações como uma boa ferramenta para evitar situações indesejáveis, tal como incêndios.

Esta similaridade das vantagens apontadas para estas duas atividades, era já por nós previsível, uma vez que tanto as APLs como os RESEs tinham sido já apontadas como sendo as que mais fascinaram os alunos.

No campo das desvantagens um aluno refere que parecendo o *software* à primeira vista mais lúdico, os seus colegas podiam distrair-se.

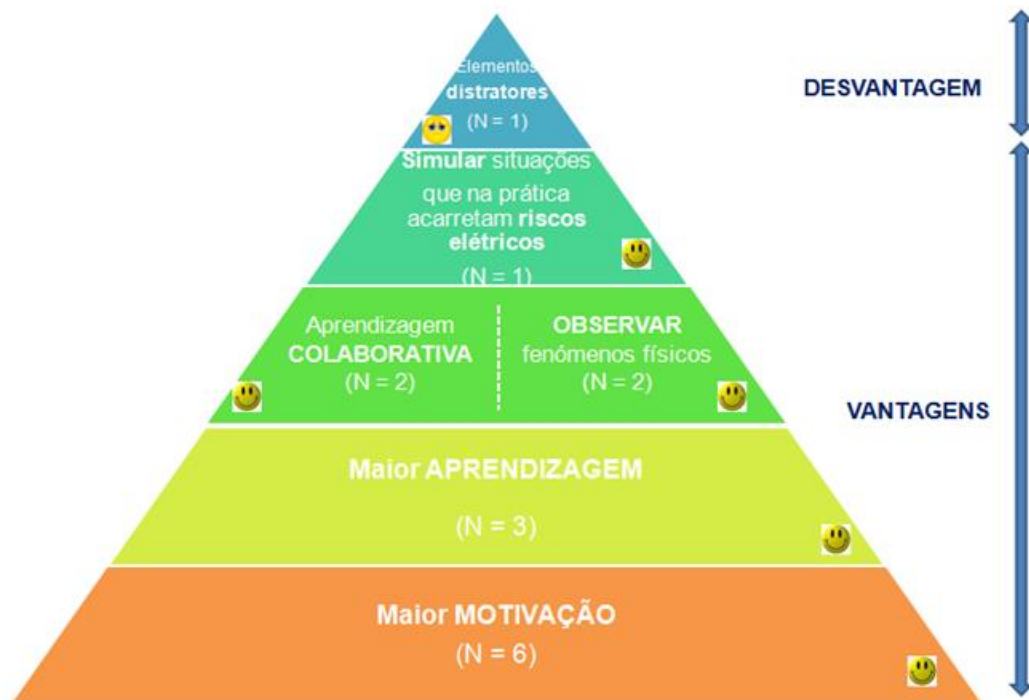


Figura 77 – Vantagens/ desvantagens das RESEs (2014/ 2015).

(E) REVEs

A figura 78 ilustra as vantagens e desvantagens dos REVEs. Nesta questão os alunos não diversificaram muito nas categorias para as vantagens, o que se poderá dever ao facto de não terem sido os vídeos educativos as atividades mais preferidas.

A maioria dos alunos reconhece que se sentiram mais motivados e aprenderam mais, referindo que “*é sempre agradável ver outra pessoa a falar e aprender novas coisas e tirar novos conhecimentos a partir disso*”, “*antes não acreditava em algumas coisas, mas vendo os vídeos fiquei a acreditar em algumas (nem todas) e aprendi muitas coisas...*”.

Um outro aluno refere também “*...porque em vez de estarmos a ver o livro e a demorar muito tempo nas aulas, a matéria era descrita no vídeo e em pouco tempo – 5/ 10 minutos (poupávamos algum tempo), podendo aproveitar o tempo da aula para outras atividades*”, o que denota que, na sua opinião, não se deve dedicar muito tempo à exposição dos conteúdos, devendo-se apostar mais nas tarefas mãos na massa e de pensamento crítico.

Em termos de desvantagens, dois alunos consideraram que os vídeos em português do Brasil constituíram em parte um entrave à compreensão dos termos científicos.

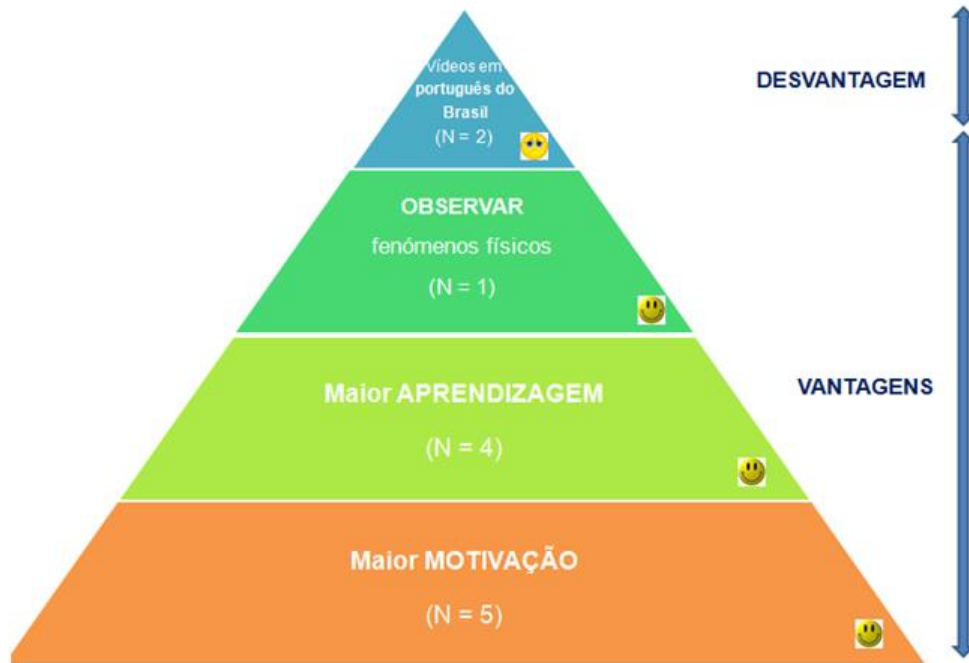


Figura 78 – Vantagens/ desvantagens das REVEs (2014/ 2015).

(F) WebQuest

A figura 79 sintetiza as vantagens e desvantagens apontadas à *WebQuest*.

A maioria dos alunos ficou muito agradada com a possibilidade de pesquisar/ investigar/discutir de uma forma colaborativa, sendo de realçar o seguinte testemunho: *“é muito bom pesquisar e descobrir coisas...principalmente em grupo, que é muito mais engraçado”*.

Uma aluna refere: *“deu-me dores de cabeça, mas foi bom”*.

Esta atividade foi apontada como a que exigiu um esforço muito mais acrescido por parte dos alunos, em que muito reconheceram que tiveram dificuldade de compreender autonomamente a tarefa. Para agravar a situação, dois dos alunos arrependeram-se de ter realizado a *WebQuest* de forma individual, tendo um deles referido: *“Penso que feito em grupo seria mais fácil, porque haveria mais pessoas para discutir as respostas com os restantes elementos...podíamos ter outras pessoas a ajudar-nos a tornar a tarefa mais fácil”*.



Figura 79 – Vantagens/desvantagens da WebQuest (2014/ 2015).

(G) Quizzes

A figura 80 ilustra as vantagens apontadas para a realização dos *Quizzes*. Nesta questão, os alunos não se pouparam na diversidade de motivos. Estas atividades foram encaradas como desafios, em que assumiam primeiramente uma responsabilidade individual pela construção do seu conhecimento e seguidamente teriam a missão de auxiliar os colegas que ainda apresentavam dúvidas na compreensão dos conceitos.

Consideraram que numa fase inicial, tiveram alguma dificuldade em selecionar a opção correta, vistos que as hipóteses de resposta eram muito similares e/ ou retratavam conceções prévias, mas reconheceram que a colaboração entre pares e o facto de se recordarem do que haviam aprendido com as outras metodologias, em muito contribuiu para diluir as dificuldades iniciais. Um aluno referiu também que com estes desafios, sentiu que desenvolveu o seu espírito crítico e atenção/ concentração, o que se tornou um fator positivo também “nas avaliações das outras disciplinas”.

Há também outros relatos de grande importância:

- “quando nós erramos, podemos aprender com isso e nessa altura, os colegas também nos ajudavam a perceber porque é que errámos e a tentar chegar à solução.”
- “foram bons para ver as nossas capacidades de grupo e individuais, porque havia alternativas muito parecidas, em que nós tínhamos de estar atentos naquilo que tínhamos estado a dar na aula para conseguir responder corretamente à pergunta.”
- “um pouco complicado...a professora complicou um pouco, porque nas questões havia muitas alternativas de respostas muito parecidas e se não nos apercebêssemos de uma palavra, corríamos o risco de escolher a opção errada.”
- “Porém, quando errávamos, também aprendíamos com o erro.”
- “Mas mesmo que numa fase inicial nos sentíssemos baralhados, tínhamos de recordar o que tínhamos dado para trás com as APLs, REVEs, RESEs, sentíamo-nos mais motivados e iríamos aprender.”



Figura 80 – Vantagens dos Quizzes (2014/ 2015).

(H) Pontos fortes e pontos fracos

A figura 81 resume os pontos fortes e os pontos fracos apontados às metodologias interativas de ensino e aprendizagem.

A maior parte dos alunos lamenta que algum material de laboratório se encontre um pouco oxidado e gostariam inclusive que a escola adquirisse mais, pois dessa forma seria possível *“estar cada aluno a fazer individualmente as APLs”*. Um aluno aponta a sugestão de se traduzirem os vídeos.

Como aspetos positivos são apontados o incremento da aprendizagem, a motivação, a metodologia colaborativa, o papel ativo dos alunos, a melhoria do rendimento escolar e a relação dos conteúdos abordados com o seu.

Cientes que as palavras dos alunos trazem maior riqueza de informação e transmitem o grande entusiasmo daqueles perante estas metodologias, transcrevemos algumas citações proferidas:

- *“porque à medida que vamos fazendo experiências e outras atividades, vamos aprendendo mais sobre o dia a dia e sobre a eletricidade.”*
- *“Porque estando mais concentrados, levantávamos as nossas notas e não precisávamos de estudar tanto e mantinham-nos mais alegres dentro da sala.”*
- *“Os alunos ficam mais ativos e conhecedores de assuntos do dia a dia. Tanto é que os físicos abordam assuntos muito importantes do quotidiano.”*
- *“Porque ao longos dos anos de escolaridade, as matérias vão-se tornando cada vez mais difíceis, então toda a ajuda externa de outras experiências ou outras maneiras de aprendizagem podem ajudar muito a tentar descomplicar tanto essa matéria.”*
- *“Para mostrar aos alunos que a ciência é muito interessante e não é muito difícil como pensam...estas estratégias facilitam a aprendizagem, são divertidas e assim é fácil.”*
- *“Porque aí os alunos iriam interagir mais com o professor... Mas também é importante os colegas interagirem entre eles...”*

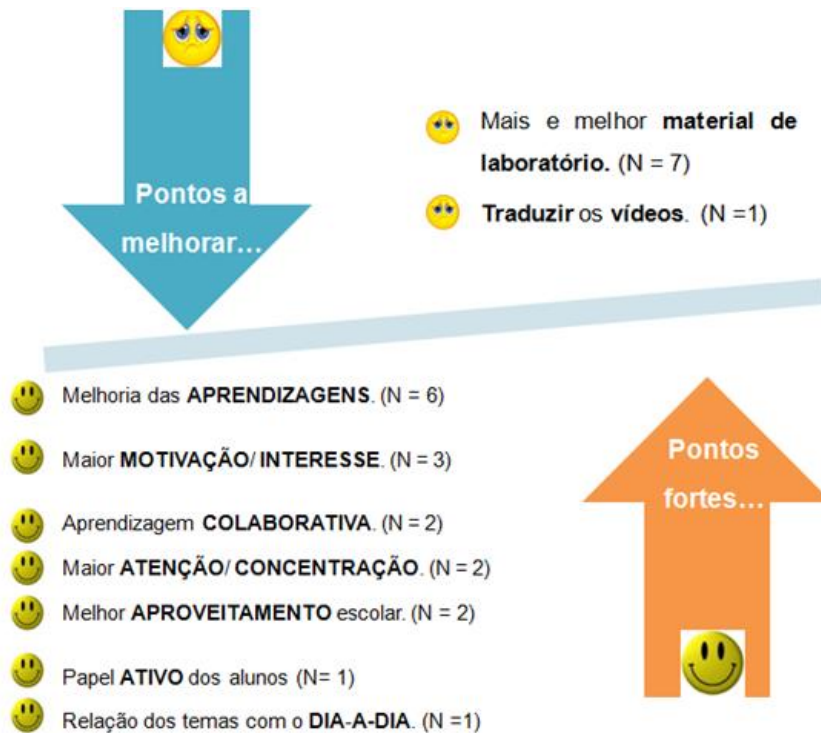


Figura 81 – Pontos fortes e pontos fracos das metodologias interativas, na opinião dos alunos (2014/ 2015).

3. RESULTADOS DO INQUÉRITO

O inquérito foi aplicado no final do ensino da eletricidade, nos dois anos de estudo, a saber:

- ✓ ano letivo **2013/ 2014** a todos os 103 alunos da Escola Básica 2,3 Roque Gameiro - Amadora (**GE e GC**).
- ✓ ano letivo de **2014/ 2015** a todos os 28 alunos da Escola Básica de Alcabideche (**GE**).

Seguidamente apresentamos os resultados conjuntos, para cada uma das questões do inquérito.

A. Questão 1:

Das respostas dadas pelos alunos às doze alíneas da questão 1, procedemos ao cálculo da média:

I) global.

II) Por subcategoria, considerando (i) a qualidade dos recursos e sua aplicação; ii) a vontade de continuar a usar os recursos interativos e iii) o contributo dos recursos para as aprendizagens/ aumento de motivação).

III) Para cada alínea.

Em termos de resultados globais (tabela 25), alcançaram-se valores médios superiores para os dois grupos experimentais, em particular o grupo que recebeu a minha intervenção direta (GE_2014/ 2015).

Da análise dos resultados por subcategorias, obtiveram-se valores superiores para o grupo experimental da Escola Básica de Alcabideche (2014/ 2015). No que concerne à avaliação da qualidade dos recursos e sua aplicação (i), os resultados dos três grupos de estudo foram muito similares, tendo-se obtido neste item a classificação global de Bom. Em termos do interesse em continuar a usar estes recursos interativos (ii), os alunos da Escola Básica 2,3 de Amadora (2013/ 2014) classificaram de Suficiente, contrapondo-se com a de Bom dada pelos alunos da Escola Básica de Alcabideche

(2014/ 2015). Na avaliação do contributo dos recursos para as aprendizagens e motivação dos alunos (iii), o grupo de controlo da Escola Básica 2,3 da Amadora deu uma classificação de Suficiente, ao contrário dos dois grupos experimentais, que atribuíram Bom.

No cômputo global, os resultados da avaliação dos alunos foram melhores para o grupo de estudo em que houve a minha intervenção direta. Isto parece indiciar que a eficaz aplicação das metodologias de ensino e aprendizagem, contribuem para uma melhor valorização dos recursos interativos por parte dos alunos, bem como o reconhecimento do seu contributo para a melhoria do desempenho e rendimento escolar.

Tabela 25 – Média global por subcategorias das respostas à questão 1 do inquérito.

	2013/ 2014		2014/ 2015
	GC_AMADORA	GE_AMADORA	GE_ALCABIDECHE
i) Qualidade dos recursos e sua aplicação (Questão 1.1. até 1.5.)	4,66 (Bom)	4,78 (Bom)	5,04 (Bom)
ii) Vontade de continuar a usar os recursos interativos (Questão 1.6. até 1.9.)	4,39 (Suficiente)	4,30 (Suficiente)	5,14 (Bom)
iii) Contributo dos recursos para as aprendizagens/ motivação (Questão 1.10. até 1.12.)	4,44 (Suficiente)	4,61 (Bom)	4,96 (Bom)
Média das respostas à questão 1	4,51 (Bom)	4,58 (Bom)	5,06 (Bom)

A figura 82 traduz a média alcançada para cada uma das alíneas da questão 1, com a indicação do grupo de estudo, nos dois anos letivos em que decorreu a intervenção.

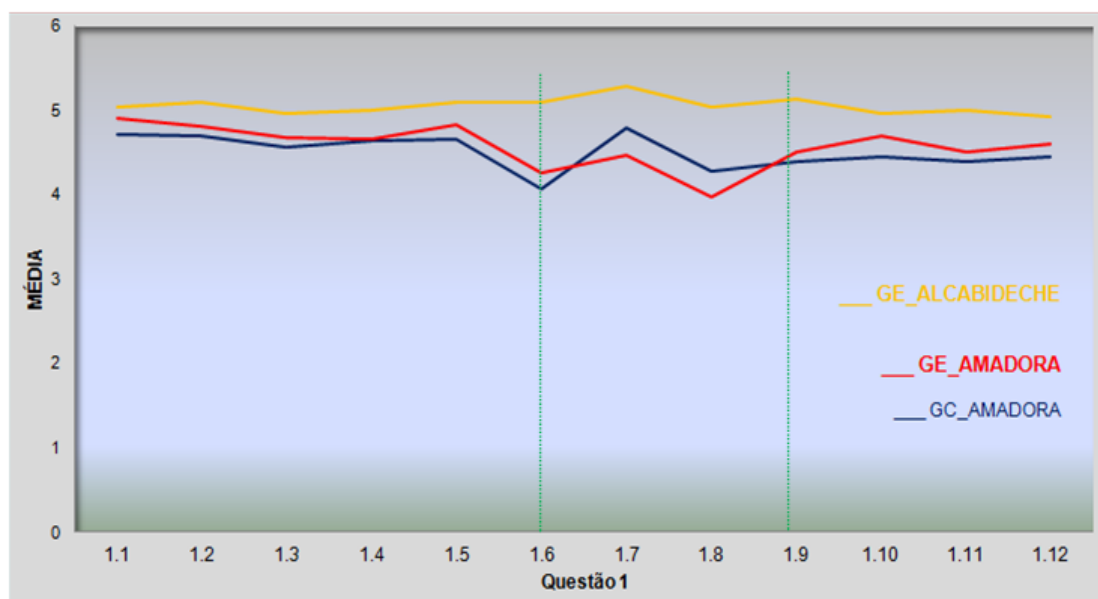


Figura 82 – Média por questão, para os três grupos de estudo.

O grupo experimental da escola de Alcabideche (2014/ 2015) deu uma classificação média de Bom (nível 5) para todas as alíneas da questão 1. Os resultados atribuídos por este grupo foram superiores aos dos restantes grupos de estudo.

Na figura 82 foram adicionadas linhas verticais, para separar as três categorias de resposta (i), ii) e iii)), tal como apresentadas na tabela 25. Podemos concluir que para as questões da segunda categoria (*vontade de continuar a usar os recursos interativos*), os alunos da Escola Básica de Alcabideche (2014/ 2015) deram uma avaliação superior quando comparada com as demais questões, o que poderá ser uma boa evidência do elevado grau de motivação pela utilização destes recursos por parte deste grupo de intervenção.

B. Questão 2:

A tabela 26 resume as opções que alcançaram maior frequência absoluta na secção “As APL” (secção 2) do Inquérito.

Tabela 26 – Opções com maior frequência absoluta, para a questão 2.

Questão	Grupo	Respostas com maior frequência absoluta
2 (APL no favorecimento das aprendizagens)	GC_Amadora (2013/14)	<ul style="list-style-type: none"> - Observar “coisas” que não se vê no dia-a-dia/ aplicação no quotidiano da matéria (30,65 %). - Entender os assuntos alusivos à eletricidade (20,97 %). - Aumentar o interesse/ motivação/ atenção (16,13 %).
	GE_Amadora (2013/14)	<ul style="list-style-type: none"> - Entender os assuntos alusivos à eletricidade (29,27 %). - Aumentar o interesse/ motivação/ atenção (19,51 %). - Observar “coisas” que não se vê no dia-a-dia/ aplicação no quotidiano da matéria (19,51 %).
	GE_Alcabideche (2014/15)	<ul style="list-style-type: none"> - Entender os assuntos alusivos à eletricidade (32,14 %). - Aprender mais rapidamente a matéria (14,29 %). - Aumentar o interesse/ motivação/ atenção (10,71 %).

Os alunos dos dois grupos de estudo, pertencentes à escola da Amadora (2013/ 2014) escolheram preferencialmente as mesmas opções, diferindo apenas na frequência de resposta. De salientar que no grupo experimental, os alunos valorizam mais o contributo das estratégias aplicadas para a aquisição do conhecimento. Os alunos desta escola reconhecem a necessidade de visualizar na prática a ocorrência dos fenómenos físicos, para a sua posterior compreensão.

O grupo da escola de Alcabideche (2014/ 2015) destaca-se por apresentar uma percentagem significativa de alunos a escreverem que a realização das APLs os

auxiliou a fomentar as suas aprendizagens, uma vez que estavam na sala de aula com muita atenção e interesse/ motivação. Este grupo revela a preocupação de entender rapidamente os conteúdos, de forma a desfrutar das estratégias propostas, que foram aplicadas num ambiente colaborativo.

C. Questões 3 e 4:

A tabela 27 resume as opções que alcançaram maior frequência absoluta nas secções intituladas de “RESE” e “REVE”.

Tabela 27 – Opções com maior frequência absoluta, para as questões 3 e 4.

Questões	Grupo	Respostas com maior frequência absoluta
3 (RESE no favorecimento das aprendizagens)	GC_Amadora (2013/ 14)	<ul style="list-style-type: none"> - Observar “coisas” que não se vê no dia-a-dia (20,97 %). - Aprender mais rapidamente a matéria (14,52 %). - Entender os assuntos alusivos à eletricidade/ esclarecer dúvidas (12,90 %).
	GE_Amadora (2013/ 14)	<ul style="list-style-type: none"> - Não gostei muito (17,07 %). - Aprender mais rapidamente a matéria (14,63 %). - Entender os assuntos alusivos à eletricidade/ esclarecer dúvidas (14,63 %). - Aumentar o interesse/ motivação/ atenção (14,63 %).
	GE_Alcabideche (2014/ 15)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar o interesse/ motivação/ atenção (28,57 %). - Entender os assuntos alusivos à eletricidade/ esclarecer dúvidas (14,29 %). - Aprender mais rapidamente a matéria (7,14 %). - Aumentar o interesse/ motivação e trabalhar mais na aula (7,14%) - Observar “coisas” que não se vê nú. (7,14 %). - Não gostei muito (7,14 %).

4 (REVE no favorecimento das aprendizagens)	GC_Amadora (2013/ 14)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar o interesse/ motivação/ atenção (24,19 %). - Aprender mais rapidamente a matéria (20,97 %). - Entender os assuntos alusivos à eletricidade/ esclarecer dúvidas/ melhorar notas (19,35 %).
	GE_Amadora (2013/ 14)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar o interesse/ motivação/ atenção (36,59 %). - Entender os assuntos alusivos à eletricidade/ esclarecer dúvidas/ melhorar notas (29,27 %). - Aprender mais rapidamente a matéria (12,20 %).
	GE_Alcabideche (2014/ 15)	<ul style="list-style-type: none"> - Entender os assuntos alusivos à eletricidade/ esclarecer dúvidas/ melhorar notas (35,71 %). - Aumentar o interesse/ motivação/ atenção (21,43 %). - Não gostei muito/ geravam confusão/ não “tiravam dúvidas” (10,71 %).

Da análise da tabela 27, verificamos que na **questão 3**, os alunos dos três grupos de estudo reconhecem que os RESE contribuem para potenciar o conhecimento e esclarecer as dúvidas. A maioria dos alunos do GE_Alcabideche refere que as RESE também permitiram aumentar o interesse, a motivação e a atenção.

Na **questão 4**, os alunos dos três grupos de estudo reconheceram o crucial papel das REVE para a compreensão dos conceitos, motivação, interesse e atenção nas aulas. Porém, alguns alunos do GE_Alcabideche, manifestaram que esta estratégia de ensino e aprendizagem não foi a que mais os cativou, uma vez que sentiram alguma dificuldade em compreender o português do Brasil e alguns vídeos ainda careciam de uma explicação complementar por parte da professora.

D. Questão 5:

A tabela 28 resume as opções que alcançaram maior frequência absoluta na secção “Sugestões”.

Tabela 28 – Opções com maior frequência absoluta, para a questão 5.

Questão	Grupo	Respostas com maior frequência absoluta
5 (Sugestões de melhoria)	GC_Amadora (2013/14)	<ul style="list-style-type: none"> - Manter a aplicação das mesmas estratégias de ensino e aprendizagem (12,90 %). - Realizar ainda mais experiências e/ ou trabalho colaborativo (22,58 %). - As REVE estarem em português de Portugal (9,68 %).
	GE_Amadora (2013/14)	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar ainda mais experiências e/ ou trabalho colaborativo (21,95 %). - Manter a aplicação das mesmas estratégias de ensino e aprendizagem (14,63 %). - As REVE estarem em português de Portugal (7,32 %). - Eliminar os RESE (7,32 %).
	GE_Alcabideche (2014/15)	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar ainda mais experiências e/ ou trabalho colaborativo (21,43 %). - Manter a aplicação das mesmas estratégias de ensino e aprendizagem (17,86 %). - Melhorar a qualidade dos materiais de laboratório (7,14 %).

Da análise da **tabela 28**, verificamos que os alunos dos três grupos de estudo sugerem a manutenção das estratégias de ensino e aprendizagem, destacando a importância de realizar ainda mais APL e/ou trabalho colaborativo. Os alunos de ambos os grupos de estudo da escola da Amadora referem que seria importante que os vídeos estivessem em português de Portugal. Os alunos do GE_Alcabideche ansiavam que a escola possuísse melhor material de laboratório.

E. Questão 6:

No que concerne à avaliação das metodologias de ensino e aprendizagem (**questão 6.1.**), o GC_Amadora classificou como Satisfaz (nível 4), ao contrário dos grupos experimentais que deram um nível médio de nível 5 (Bom).

A tabela 29 resume as opções que alcançaram maior frequência absoluta na secção “Sugestões” (**questão 6.2.**).

Tabela 29 – Opções com maior frequência absoluta, para a questão 6.2..

Questões	Grupo	Respostas com maior frequência absoluta
6.2. (Metodologia de Ensino e Aprendizagem)	GC_Amadora (2013/ 14)	<ul style="list-style-type: none"> - Há formas mais eficazes de aplicação das estratégias (25,81 %). - Muito interessante (11,29 %). -Estratégias muito diversificadas e facilitadoras da aprendizagem (8,06 %)
	GE_Amadora (2013/ 14)	<ul style="list-style-type: none"> - Permitiram compreender conceitos abstratos e/ ou não visíveis à escala humana (19,51 %). - Aprender/descobrir muito/ mais divertido/ foi a matéria que mais me agradou (17,07 %). - Muito interessante (12,20 %).
	GE_Alcabideche (2014/ 15)	<ul style="list-style-type: none"> - Aprender mais com auxílio dos meios tecnológicos (vídeos, <i>software</i> e <i>WebQuest</i>) – (10,71 %). - Aumentar a concentração/ fácil de aprender e subir as “notas”. (7,14 %).

Na resposta à questão 6.2., os alunos pertencentes ao GC da escola da Amadora, apesar de reconhecerem que foram aplicadas estratégias muito interessantes/

diversificadas e facilitadoras da aprendizagem, a maioria dos alunos relatam que a sua aplicação não foi a mais eficaz.

Os alunos do GE, de ambas as escolas de intervenção reconhecem que estas estratégias são motivadoras e favorecem a aprendizagem dos conceitos de eletricidade. Além disso, a maioria dos alunos do GE_Alcabideche, considera que os meios tecnológicos facilitam as aprendizagens. O procedimento didático aplicado neste grupo de estudo exigiu uma grande interação dos alunos com o material laboratorial e recursos educativos digitais, dos alunos entre si e dos alunos com a professora. Tal constitui um fator conducente à melhoria das aprendizagens, motivação e desenvolvimento da capacidade de concentração e argumentação.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

1. DAS QUESTÕES DE ESTUDO AOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao tamanho original.”

Albert Einstein

Atualmente, constatamos que apesar de vivermos numa sociedade da informação e na era tecnológica, tal não garante que os jovens compreendam o mundo em que se inserem e que os professores e alunos saibam utilizar eficazmente os meios informáticos (*software/ hardware*) ao seu dispor nas escolas portuguesas. Com frequência, os professores revelam falta de conhecimento sobre como distinguir uma metodologia interativa de uma tradicional e como tal, não sabem potenciar os recursos didáticos existentes com os seus alunos. Assim, nesta investigação, produzimos recursos educativos interativos muito diversificados para o ensino da Eletricidade e apresentamos orientações metodológicas diferentes das tradicionais, baseadas numa vertente socio-construtivista.

Para auxiliar os alunos e professores na exploração dos recursos educativos, foram criados roteiros e protocolos experimentais numa perspetiva de *inquiry*. Nos grupos em que se levou a cabo a intervenção, procurou-se seguir a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e o modelo da Mudança Conceptual (MC).

A escolha da unidade didática de Eletricidade como temática de atuação revelou-se uma opção frutífera, já que no 9.º ano de escolaridade os alunos manifestam ainda uma grande curiosidade para compreender os fenómenos associados ao seu dia-a-dia e estão muito motivados para trabalhar colaborativamente. O resultado alcançado no “*Trends in International Mathematics and Science Study*” (TIMSS Advanced, 2015) onde, da aplicação de um exame internacional a alunos portugueses de 12.º ano, se concluiu que a Eletricidade é uma das áreas da Física em que os alunos obtiveram piores resultados, veio confirmar a necessidade de encontrar estratégias de ensino e aprendizagem para esta unidade didática, alternativas às metodologias tradicionais.

Neste trabalho procurámos investigar os efeitos: **i)** da aplicação conjunta de Atividades Práticas de Laboratório (APLs) e de Recursos Educativos Digitais (REDs) e **ii)** da preparação dos professores na aplicação desses mesmos recursos interativos, na aprendizagem (e também na motivação) da Eletricidade, em alunos do ensino básico.

No ano letivo de 2013/ 2014, foram alcançados resultados significativamente melhores no grupo experimental (GE), em que o estímulo de estudo foi o auxílio prestado às professoras na aplicação dos recursos interativos. No ano letivo 2014/2015, aos alunos do Grupo de Controlo (GC) foram aplicadas metodologias tradicionais no ensino da Eletricidade, enquanto que no GE apliquei de forma eficaz os recursos interativos construídos, adotando metodologias ativas como o Ensino sob Medida – EsM (Mazur, 1997) e a Instrução pelos Colegas - IpC (Novak et al., 1999).

Para verificarmos se as diferenças observadas nas aprendizagens dos alunos são estatisticamente significativas, os dados recolhidos com a aplicação dos instrumentos de avaliação foram alvo de uma análise mista.

No ano letivo **2013/ 2014**, os resultados obtidos no **teste diagnóstico** evidenciaram que os alunos de ambos os grupos de estudo possuíam a maioria das concepções prévias apontadas na literatura. Este resultado confirmou que estavam reunidas condições educativas para o estudo de impacto de uma prática de ensino e aprendizagem interativa.

Ao nível do **conhecimento**, com a aplicação de um pré-teste, não se registraram diferenças significativas entre os dois grupos de estudo. Tal constatação significa que, de partida, o grau de conhecimento dos alunos era equivalente. No final do ano letivo, o ganho absoluto (G_a) e o ganho relativo normalizado (G) foram calculados, com base nas classificações do pré-teste e do pós-teste. Assim, no GC o ganho absoluto médio foi de **3,13 %** e o ganho normalizado médio foi de **3,65 %**. Relativamente ao GE obteve-se para o ganho absoluto um valor médio de **10,77 %** e para o ganho normalizado o valor médio de **14,31 %**. Neste grupo, os valores médios são superiores aos valores registados no grupo de controlo.

No primeiro ano de estudo, obtiveram-se valores de G muito abaixo do esperado, tendo em conta que todos os alunos tiveram acesso a materiais interativos durante a prática letiva. As diferenças nos valores registadas nos grupos GE e GC mostram que os recursos interativos não produzem, por si só, ganhos muito significativos de

aprendizagem. Este resultado nem sempre é óbvio para todos os professores, até porque na literatura é frequente encontrarem-se propostas de materiais didáticos (por exemplo, animações ou vídeos educativos) sem sugestões de exploração. Este nosso estudo sugere que sem essa componente educacional, a aprendizagem efetiva dos alunos pode ser fortemente condicionada. Conclui-se então que é necessária uma exploração bem orientada dos recursos interativos para que eles tenham um impacto efetivo na aprendizagem dos estudantes.

Foram também efetuadas **entrevistas** áudio a 5 alunos de ambos os grupos de estudo, a fim de percebermos, na sua opinião, a pertinência de cada recurso e a avaliação que fazem às metodologias de ensino e aprendizagem. Quanto aos pontos a melhorar, os alunos do GC destacam a importância de proceder à tradução dos vídeos para português de Portugal (o que pode ser tecnicamente demorado), mas demonstram alguma dificuldade em apresentar uma análise crítica mais profunda, o que nos poderá fazer antever que a exploração dos materiais didáticos não foi eficaz. Os alunos do GE referiram a importância de clarificar a linguagem dos vídeos, não abandonar por completo a resolução de exercícios do manual adotado, realizar ainda mais atividades práticas e se possível, dar a matéria de uma forma mais pausada. Quanto a pontos fortes, os alunos reconhecem o grande potencial destas metodologias de ensino e aprendizagem, já que são muito motivadoras e contribuem para a melhoria da compreensão dos conceitos e consequentemente, do rendimento escolar. Salientam também que as simulações computacionais permitem compreender os conceitos mais abstratos e que tornam mais acessível a compreensão dos conteúdos.

Houve também a necessidade de entrevistar as três professoras titulares das turmas de estudo. Na globalidade, estas reconhecem alguma dificuldade em abandonar as metodologias tradicionais, centrada no professor. As professoras do GE referem dificuldades de gestão do tempo, no encontrar de alternativas no caso do material de laboratório não funcionar como previsto, na gestão de um número elevado de fichas e nas falhas de “comunicação” para o caso dos vídeos em português do Brasil. A professora do GC confessa que teve dificuldade na utilização dos REDs. Quanto a pontos fortes, a professora do GC reconhece que estas metodologias estimulam a curiosidade dos alunos e as restantes professoras, afirmam que as aulas tornaram-se mais interativas; motivam mais os alunos, nomeadamente aqueles que apresentam menos capacidades; a melhor organização da informação auxilia os alunos e as simulações computacionais “fascinam” os alunos.

Como sugestões de melhoria, as professoras do GE destacam a necessidade de explorar mais o livro adotado e a vantagem de projetar no quadro os protocolos e roteiros, para reduzir substancialmente o número de fotocópias facultadas ao aluno.

A professora do GC refere que seria pertinente que as entidades competentes, atribuísem um menor número de alunos por turma, que encurtassem os programas curriculares e apetrechassem as escolas com mais material de laboratório. Refere ainda que caso os professores sintam dificuldades de explorarem os REDs, o aluno poderia dar o seu contributo, já que assim poder-se-ia sentir valorizado. Esta professora demonstra que não tem por hábito trabalhar colaborativamente com as restantes colegas na planificação das atividades letivas e só participa em formação contínua quando estritamente necessário.

No ano letivo **2014/ 2015** o estudo foi aplicado em duas escolas públicas do concelho de Cascais, com características socioeconómicas muito discrepantes. A escola do GE encontra-se no *Ranking* de 2013, precisamente 1096 lugares abaixo quando comparada com a escola do GC.

Da aplicação do **teste de conhecimentos**, verificou-se que a média obtida no pré-teste foi superior para o GC, mas já no pós-teste tal situação inverteu-se e o GE alcançou um valor médio superior.

No GC o ganho absoluto médio foi de 12,48 % e o ganho normalizado médio foi de 16,17 %. Relativamente ao GE, este obteve um ganho absoluto médio de 30,59 % e para o ganho normalizado o valor médio de 39,36 %. Neste grupo, os valores médios são significativamente superiores aos valores registados no grupo de controlo.

Estes resultados mostram que o GC teve um valor médio de ganho normalizado (G) próximo dos 20 %, consistente com os relativos à aprendizagem com uma metodologia tradicional e tendo como referência outros testes de conhecimento conceitual (Mazur, 1997; Savinainen e Scott, 2002). Em contraste, o GE apresenta um valor médio de ganho normalizado (G) significativamente superior, próximos dos 40 % (região que pode ser associada à aprendizagem com um ensino interativo).

No cômputo global, os resultados amplamente melhores para o grupo de estudo em que houve a minha intervenção direta (GE), parecem indiciar que a eficaz aplicação das metodologias de ensino e aprendizagem, contribuem decisivamente para uma

melhor valorização por parte dos alunos dos recursos interativos e o reconhecimento do seu contributo para a melhoria do desempenho e rendimento escolar.

Nas **entrevistas** áudio realizadas a 8 alunos do GE, é revelado o interesse da substituição da leitura do livro pela pré visualização de vídeos de pequena duração. Um aluno refere que transferindo essa tarefa mais teórica para realizarem em casa, possibilita que se “aproveite o tempo da aula para outras atividades”. Quanto às APLs e às simulações computacionais, reconhecem que estas promovem a aprendizagem, aumenta o grau de motivação, permite comprovar e observar os fenómenos do dia-a-dia, mas exige um papel mais ativo e colaborativo por parte do aluno. Porém, gostariam que na escola houvesse ainda mais material de laboratório e um aluno considera que as simulações também possuem elementos distratores.

No que concerne aos *Quizzes*, os alunos reconhecem que a princípio tiveram dificuldade em responder acertadamente às questões de escolha múltipla, já que tinham hipóteses de respostas muito similares. Para fazer face a esta situação, os alunos procuraram interpretar com muita atenção as perguntas e as opções de resposta e tentaram lembrar o que haviam aprendido com as APLs e os REDs. São da opinião que o erro potenciou a aprendizagem individual e do grupo.

Para a realização da *WebQuest*, apesar dos alunos reconhecerem a importância da pesquisa e do trabalho colaborativo, ainda têm dificuldade em trabalhar autonomamente.

No final das entrevistas os alunos reconheceram como pontos fortes destas metodologias de ensino e aprendizagem, as melhorias na aprendizagem, maior motivação/ interesse, a promoção do trabalho colaborativo, melhor aproveitamento escolar, o papel ativo dos alunos e a relação dos conteúdos programáticos de Eletricidade com o dia-a-dia. Como pontos a melhorar, um aluno referiu a necessidade da escola adquirir mais e melhor material de laboratório e outro aluno sugere a tradução dos vídeos.

A aplicação do **inquérito** a todos os alunos do primeiro ano de estudo (2013/ 2014) e aos alunos do GE do segundo ano de estudo (2014/ 2015) permitiu-nos recolher, entre outros fatores, as vantagens/ desvantagens recursos, a sua aplicação e as sugestões de melhoria.

No que concerne à avaliação da qualidade dos recursos e sua aplicação, os resultados dos alunos dos três grupos de estudo foram muito similares, tendo todos

eles indicado uma menção global de Bom. Em termos do interesse em continuar a usar estes recursos interativos, os alunos do primeiro ano de estudo deram apenas a menção de Suficiente, contrapondo-se com a de Bom, para os alunos do GE (2014/2015). Na avaliação do contributo dos recursos para as aprendizagens e motivação dos alunos, o GC (2013/2014) deu apenas a menção (média) de Suficiente, ao contrário dos grupos experimentais de 2013/2014 e 2014/ 2015, que classificaram como Bom.

Quanto à avaliação global que fazem das metodologias de ensino e aprendizagem, a maioria dos alunos do GC (2013/ 2014) refere que “há formas mais eficazes de aplicar estas metodologias”, a maioria dos alunos do GC (2013/ 2014) reconhece que permite compreender melhor os conceitos abstratos e a maioria dos alunos do GE (2014/2015), expressa que os meios tecnológicos auxiliam na aprendizagem.

Para os **dois anos de estudo**, os resultados obtidos apontam para um domínio significativamente maior dos conteúdos de Eletricidade pelos alunos dos GE. Eles validaram, assim, as hipóteses deste estudo, de que há um benefício na aprendizagem quando é feita uma integração eficaz das ferramentas que promovem um ensino interativo (APL e RED) nas aulas de Física, bem como da formação adequada dos professores de Física na exploração dos recursos interativos.

De uma forma geral, a diferença na aprendizagem, para cada ano letivo, dos grupos GE e GC é relevante e evidencia a influência dos vários fatores conjugados: **(i)** formação adequada na prática letiva; **(ii)** recursos educativos usados; **(iii)** metodologia de ensino. Os resultados sugerem que a aprendizagem dos alunos é mais favorável quando os professores são adequadamente preparados para práticas letivas que promovem o trabalho colaborativo, com exploração de recursos e estratégias interativas.

Há quase vinte anos, Hake (1998) sugeriu que para haver um significativo ganho de aprendizagem dos alunos, não são suficientes apenas atividades “mãos na massa” (*hands-on*); impõe-se a necessidade de envolver os estudantes em tarefas que promovam o uso do “raciocínio” (*heads-on*), ou seja, para além de manipular os materiais didáticos e laboratoriais, é fulcral estimular o pensamento crítico através de uma intervenção assertiva do professor. Conclusão semelhante é também transmitida

pelos trabalhos de Hofstein e Lunetta (1982, 2004). Os resultados obtidos neste trabalho vêm sugerir, embora para um estudo local, que os problemas de aprendizagem podem ser reduzidos através da preparação do professor em práticas letivas, que potenciam uma postura ativa do aluno e sua participação colaborativa. Estas conclusões, embora possam parecer triviais, na verdade são ainda pertinentes pois continua a persistir uma prática docente muito disseminada, que aprova uma abordagem tradicional dos conteúdos de Física.

Não podemos deixar de referir que a aplicação de metodologias interativas requer um esforço inicial por parte dos professores, tanto no domínio destas ferramentas, como na necessidade de dispor mais do seu tempo na preparação prévia das aulas. Assim, a formação de professores desempenha um papel muito importante no futuro do ensino da Física, nomeadamente otimizando a exploração de materiais inovadores, promovendo a partilha de ideias entre professores e tornando o trabalho de preparação de aulas uma tarefa mais facilitada.

2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

“Mostra-me um homem 100 % satisfeito
e eu lhe mostrarei um fracassado.”

Thomas Edison

Findo este trabalho, estamos convictos que as conclusões alcançadas nesta investigação poderão contribuir para uma viragem no ensino e aprendizagem da Física. Porém, reconhecemos também que para uma intervenção futura, alguns aspetos deste estudo podem ser ainda melhorados, caso se consiga fazer face a algumas limitações e/ou se proceda a algumas melhorias.

A primeira limitação prende-se com a pouca representatividade da amostra no universo envolvido. Neste estudo participaram alunos de 9.º ano de apenas três escolas do distrito de Lisboa, o que ficou muito aquém do total dos 831 Agrupamentos ou Escolas não agrupadas do ensino básico e secundário distribuídas pelo território português (Ferreira, 2013). Para que os resultados possam ser vistos com maior generalidade, seria pertinente alargar este estudo a um público nacional mais abrangente. De forma a aumentar a probabilidade de sucesso, sugeríamos que num primeiro ano letivo os diversos professores aplicadores recebessem formação e se criassem entre eles fóruns de discussão e trabalhos colaborativos. Numa fase posterior, poder-se-ia dar um auxílio a esses mesmos professores na aplicação em sala de aula, das metodologias de ensino e aprendizagem ativas apresentadas neste estudo, implementando essa intervenção com o mesmo grupo de alunos desde o 7.º ano até ao 11.º ano.

A opção de lecionar a Eletricidade apenas no 3.º período prendeu-se com a necessidade de permitir que os alunos sedimentassem previamente alguns conceitos do âmbito da Física (velocidade, força, energia) e da Química (estrutura atómica). Porém, neste estudo constatamos que essa decisão trouxe alguns constrangimentos na recolha de dados, nomeadamente no caso dos alunos que já sabiam que não iriam reunir condições para transitar de ano e por isso, não desenvolveram um esforço mínimo para a melhoria das suas aprendizagens.

No primeiro ano de estudo (2013/ 2014), o facto das respostas dadas no pós-teste não terem sido contempladas na avaliação final, podem não espelhar o real conhecimento dos alunos e não evidenciarem a mudança conceptual alcançada.

Neste estudo, o grande volume de dados em tão pouco tempo dificultou a recolha, tratamento e análise de todas as variáveis. Para uma replicação futura seria interessante avaliar a influência destas metodologias na assiduidade/pontualidade/abandono escolar e fazer também um estudo comparativo entre géneros.

Pensamos também que se em todas as salas de aulas nacionais o aluno tivesse a permissão de utilizar o telemóvel pessoal, dentro de certos limites a controlar pelo professor, ser-lhe-ia possível aceder a uma panóplia de ferramentas educativas, tais como vídeos, livros digitais, músicas, aplicações e jogos, com grande interesse didático e de uso em sala de aula. Também possibilitaria ter acesso à plataforma *Moodle* e ao *email*, evitando assim que as escolas tivesse de despende uma verba avultada (e incompreensível) com o gasto de fotocópias.

A organização das salas de aula de Física e Química tem de ser repensada. Numa altura em que não se pretende manter as aulas com uma vertente de verdadeiros monólogos, já não faz sentido a distribuição perfeitamente alinhada das mesas (individuais ou de dois lugares). Para a promoção do trabalho colaborativo, impõem-se a necessidade de criar nas salas de aula zonas específicas de trabalho individual, de partilha, de pesquisa e de apresentação.

3. PRÁTICAS DE ENSINO NA MELHORIA DO ENSINO DA FÍSICA

A tipologia de ensino que consiste na transmissão da informação a um grande número de estudantes, sem atender às particularidades individuais de cada um, surgiu na revolução industrial. Apesar de desde então, termos assistido a alterações sociais, tecnológicas e às exigências impostas pelo mercado laboral, ainda se reconhece que passados dois séculos, na maioria das escolas portuguesas e particularmente no ensino e na aprendizagem da Física, as alterações ainda são pouco significativas.

Segundo Carneiro (2003)

“Se durante a era industrial a chave para o sucesso residia em introduzir inovações tecnológicas que garantiam a produção eficiente e em massa de produtos normalizados, o ambiente na era da informação veio exigir às organizações novas capacidades geradoras de vantagem competitiva. Mais do que gerir bens físicos [...] têm de mobilizar e tirar partido dos seus bens *invisíveis*, intangíveis, como sejam a informação, o *Know-how* e novas metodologias de trabalho”.

Os alunos pertencentes à Sociedade do Conhecimento, para serem bem sucedidos, devem desenvolver as sete “competências de sobrevivência” (Wagner, 2010):

- i) Pensamento crítico e capacidade de resolução de problemas.
- ii) Colaboração.
- iii) Agilidade e adaptabilidade.
- iv) Iniciativa e empreendedorismo.
- v) Boa comunicação oral e escrita.
- vi) Curiosidade e imaginação.
- vii) Capacidade de aceder à informação e interpretá-la.

Num artigo da revista *Economist*, intitulado de *Education Technology: catching on at last – 2013* (www.economist.com/news/briefing), é referido o grande potencial da Internet, na medida em que poderá reverter o ensino tradicional no ensino interativo mais adequado às características de cada aluno. Nesta revista britânica é ainda

ênfatisado que os **recursos online** (ferramentas de monitorização de conhecimento e os vídeos com exercícios) podem estar a mudar profundamente o processo de ensino e aprendizagem.

Também nessa revista se relata o trabalho da *Khan Academy* (da autoria do norte-americano Salman khan) – site que consiste na apresentação gratuita de vídeos educativos com notas explicativas. Sugere-se a exploração desses vídeos segundo um modelo de “**sala de aula invertida**”, em que em vez dos alunos assistirem ao vídeo na aula e levarem como tarefa de casa a resolução de exercícios, os alunos são convidados a assistirem ao vídeo em casa e deixar a discussão e resolução de exercícios para a sala de aula.

Também Vítor Teodoro, professor da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, propôs a exploração dos vídeos da Academia Khan e outros similares, tendo concluído que deve ser feita uma utilização adequada desta ferramenta, sob pena de poder ser considerada “mais do mesmo”, induzindo os alunos a pensarem que bastará ver e ouvir para aprender.

O investigador João Barroso (citado por Martins, 2013) reconhece a atual mutação da escola e antevê que o seu desejável futuro consiste no processo de refundação

“Há uma necessidade de refundação da escola para que ela possa entrar na era digital, mas essa refundação não se faz unicamente com a tecnologia, faz-se também com a alteração das **práticas pedagógicas**, com a alteração do **currículo** e alterando o **trabalho dos professores**”.

No documentário *The Finland Phenomenon: Inside The World’s Most Surprising School System* (2010), Tony Wagner procurou a fonte de sucesso deste modelo de ensino (Wagner, 2010). Para tal, realizou várias visitas e realizou entrevistas a alunos e professores. É relatado que numa turma em que havia sido ensinada a distinção entre energias renováveis e não renováveis, a professora pediu para os alunos criarem um espetáculo de marionetas em que fossem apresentadas soluções alternativas para o caso da eletricidade falhar em suas casas.

Um dos professores relatou a Tony Wagner que para a educação dos alunos é importante “compreender as razões por detrás das coisas, ler, sonhar, falar, encontrar soluções por si próprio”.

Na Finlândia as turmas são reduzidas (cerca de 20 alunos), o ambiente de sala de aula é descontraído. As aulas expositivas são substituídas por metodologias ativas,

como a realização de projetos e o aprofundamento dos conhecimentos.

Cada escola tem a liberdade para desenhar os seus próprios currículos, tendo em conta as características locais. Neste sistema finlandês, os alunos têm poucos trabalhos de casa e poucos momentos de avaliação sumativa (testes e exames).

Neste país a classe dos professores é altamente reconhecida, já que para exercerem a profissão os docentes têm de fazer uma formação de elevada exigência. Só os melhores alunos é que conseguem ingressar numa das oito universidades onde se ministram cursos da via ensino.

Somos da opinião de que o modelo de ensino expositivo que tem sido adotado na generalidade das escolas portuguesas, deverá ser combinado com o modelo do *apprenticeship*, fazendo uma boa utilização dos laboratórios escolares, valorizando-se uma forte componente prática e artística, propondo a realização de trabalhos de projeto e privilegiando o trabalho colaborativo em pequenos grupos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M. J.**, 2004, *Preparação de Professores de Física – Uma contribuição Científico-Pedagógica e Didática*, Livraria Almedina, Coimbra.
- Alonso, R.**, 2012, “A Física no Desporto: atividades de índole interdisciplinar com Educação Física”, Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (Mestrado em Física e Química em Contexto Escolar).
- Anastasi, A.**, 1990, *Psychological testing*, MacMillan, New York.
- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., Wittrock, M.C.**, 2001, *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman, New York.
- Araujo**, 2005, “Simulação e modelagem computacional como auxiliares no ensino da Física Geral”, Dissertação de Doutorado em Ciências apresentada ao Instituto de Física da Universidade do Rio Grande do Sul.
- Argyle, M.**, 1991, *Cooperation. The Basics of Sociability*. Routledge, London.
- Arons, A. B.**, 1997, *Teaching Introductory Physics*, John Wiley & Sons, New York.
- Ausubel, D.**, 1968, *Educational Psychology of Meaningful verbal meaning*, Grune & Statton, New York.
- Ausubel, D.**, 2010, *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Springer.
- Balkcom, S.**, 1992, *Cooperative learning*, Official of Education Research and Improvement, Washington, DC.
- Beck, C.**, 2016, *O Triângulo Didático*, Consultado em dezembro de 2016, <<https://www.linkedin.com/pulse/o-tri%C3%A2ngulo-did%C3%A1tico-andragogia-brasil>>.
- Beleza, M. D., Cavaleiro, N. G. C.**, 2015, *Novo FQ 9*, Asa, Lisboa.
- Bloom, B.**, 1956, *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook 1: Cognitive Domain*, New York.
- Bogdan, R., Biklen, S.**, 1994, *Investigação Qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos*, Porto Editora, Porto.
- Bourdieu, P.**, 1999, *A miséria do mundo*, Ed. Vozes, Petrópolis.

Brenda, K., Stuart, N., 2000, *Concept Cartoons in Science Education*, Millgate House Publishers, London.

Briosa, E., 2011, “Aprendizagem de Mecânica de Sólidos e Fluidos em Escolas Secundárias - O Impacto de Materiais Interativos e a sua Exploração Educacional”, Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (Programa Doutoral em Ensino e Divulgação das Ciências).

Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M., 2000, *Perspectivas de Ensino das Ciências: Perspetivas de ensino* (1.ª Edição), Centro de Estudos de Educação em Ciência, Porto.

Cafardo, R., 2001, *Método ensina a usar bem a Internet na escola*, O Estado de S. Paulo, São Paulo.

Campbell, D. T., Stanley, J. C., 1963, *Experimental and quasi-experimental design for research on teaching - Handbook of research on teaching* (2nd ed.), N.L. (Ed), Chicago Rand McNally.

Campbell, D. T., Stanley, J. C., 1966, *Experimental and quasi-experimental designs for research*, Houghton Mifflin Company, Boston.

Carmo, H., Ferreira, M. M., 1998, *Metodologia de Investigação: Guia para autoaprendizagem*, Universidade Aberta.

Carneiro, R., 2003, A evolução do *elearning* em Portugal: contexto e prespetivas –, *Instituto para a Inovação na Formação* (INOFOR), Lisboa.

Carriço, M., 2016, Aulas no século XXI são um escândalo. Com aulas ninguém aprende (10 de abril de 2016), *Observador*, Consultado em dezembro de 2016, <<http://observador.pt/especiais/jose-pacheco-aulas-no-seculo-xxi-sao-um-escandalo-aulas-ninguem-aprende/>>.

Carvalho, A., Costa, F., 2006, WebQuests: oportunidades para alunos e professores, *Atas do Encontro sobre WebQuest*, 8 - 25, Braga, Consultado em dezembro de 2016, <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7692/1/cf002.pdf>>.

Castro, J., Tavares, J., 2005. *Princípios relacionados com a ergonomia de sistemas multimédia – uma sistematização possível*, Encontro Nacional de Visualização Científica, Espinho, Portugal.

Churches, A., 2007, Edorigami, blooms taxonomy and digital approaches <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+and+ICT+tools> . Consultada em Junho de 2017.

Cinelli, N. P. F., 2003, *A influência do vídeo no processo de aprendizagem*, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFSC.

Cook, T. D., Campbell, D. T., 1979, *Quasi experimentation: design and analysis issues for field setting*, Rand-McNally, Chicago.

Crouch, C. H., Mazur, E., 2001, Peer Instruction: Ten years of experience and results, *Am. J. Phys.*, **69, No. 9, 970 – 977.**

Cunha, A., 2007, *Formação de professores – a investigação por questionário e entrevista: um exemplo prático*, Editorial Magnólia, Vila Nova de Famalicão.

Cunha, C., 2016, *Portugal testa Sala de Aula do Futuro* (21 de fevereiro de 2016), Diário de Notícias, Consultado em dezembro de 2016, <<http://www.dn.pt/portugal/interior/portugal-testa-salas-de-aula-do-futuro-5040206.html>>.

Dale, E., 1946, *Audio-visual methods in teaching*. Dryden, New York, Consultado em dezembro de 2016, <http://ocw.metu.edu.tr/file.php/118/dale_audiovisual_20methods_20in_20teaching_1_.pdf>.

Delizoicov, D., Angotti, J., 1994, *Metodologia de Ensino de Ciências* (2.^a Edição), Bra: Cortez, São Paulo.

Dawes L., Mercer, N. and Wegerif, R., 2000, *Thinking together: a programme of activities for developing speaking, listening and thinking skills for children aged 8-11*. Birmingham: Imaginative Minds Ltd.

Day, C., 2003, O desenvolvimento profissional dos professores em tempos de mudança e os desafios para as universidades, *Revista de estudos Curriculares*, **1, 151 - 188.**

Dewey, J., 1916, *Democracy and Education. An introduction to the philosophy of education*, Columbia University, New York.

Delizoicov, D., Angotti, J., 1994, *Metodologia de ensino de ciências* (2.^a Edição), Cortez, São Paulo.

Dodge, B., 1995, Some Thoughts about WebQuests, *The Distance Educator*, **1, 12 - 15.**

Duit R., Rhöneck, C., 1997, *Learning and understanding key concepts of electricity*, In: Connecting Research in Physics Education with Teacher Education, International Commission on Physics Education.

Engelhardt, P., Beichener, R., 2004, Students' understanding of direct current resistive electrical circuits, *American Journal of Physics*, Melville, NY (U.S.A.), **72, 98–115.**

- Engle, R. A., Conant, F. R.**, 2002, Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: Explaining an emergent argument in a community of learners classroom. *Cognition and Instruction*, **20**, 399-483.
- Erasmus, R.**, 1992, *Le Plan des Études*, Trad. De Jean-Claude Margolin, Robert Laffont, Paris.
- Estanqueiro, A.**, 2010, *Boas Práticas na Educação*, Editorial Presença, Lisboa.
- Estrela A.**, 1994, *Teoria e prática de observação de classes – Uma estratégia de formação de professores* (4.^a edição), Porto Editora, Porto.
- Fathman, A., Kessler, C.**, 1993, Cooperative language learning in school contexts, *Annual Review of Applied Linguistics*, **13**, 127-140.
- Ferreira, A.**, 2013, Blogue do Arlindo – Códigos de preferência em *Excel*, Consultado em dezembro de 2016, <<http://www.arlindovsky.net/2013/04/codigos-de-preferencias-em-excel/>>.
- Ferreira, M. M.**, 2003, Gender issues related to graduate student attrition in two science departments. *International Journal of Science Education*, **25**, 969 – 989.
- Fialho, N. N.**, 2007, *Jogos no ensino de Química e Biologia* (1.^a Edição), IBPEX, Curitiba, Brasil.
- Figueira, G.**, 2007, Vídeos para o ensino da Física e Química, *Gazeta da Física*, **30**, N 2/3.
- Fiolhais, C., Trindade, J.**, 2003, Física no Computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das Ciências Físicas, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, **25**, no. 3, 259 – 272.
- Fiolhais, C., Ferreira, A. J., Constantino, B., Portela, C., Braguez, F., Ventura, G., Nogueira, R., Rodrigues, S.**, 2013, Metas Curriculares do 3.^o Ciclo do Ensino Básico – Ciências Físico Químicas, Ministério da Educação e Ciência – Governo de Portugal.
- Flick, U.**, 2004, *Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa* (2.^a Edição), Bookman Companhia Editora, Porto Alegre.
- Freitas, L., Freitas, C.**, 2002, *Aprendizagem Cooperativa*, Edições Asa, Porto.
- Galili, I.**, 1995, Mechanics background influences students' conception in electromagnetism, *International Journal of Science Education*, **17**, 371-387.
- Gall, M. D., Gall, J. P., Borg, W. R.**, 2003, *Educational research: An introduction* (7th ed.), Allyn-Bacon, Boston.
- Galvão C., Neves, A., Freire, A., Lopes, A., Santos, M., Vilela, M., Oliveira, M., Pereira, M.**, 2001, *Currículo Nacional do Ensino Básico de Ciências Físico Naturais –*

Orientações Curriculares – 3.º Ciclo, Ministério da Educação – Departamento da Educação Básica.

Gaspar, A., 2014, *Experiências de Ciências* (2.ª Edição), Editora Livraria da Física, São Paulo.

Gaudet, D., 1998, *La Coopération en classe. Guide pratique appliqué à l'enseignement quotidien*, Les Éditions de La Chenelière, McGraw- Hill, Montréal.

Gilbert, J., Calvert, S., 2003, Challenging accepted wisdom: looking at the gender and science education question through a different lens. *International Journal of Science Education*. **25**, 861-878.

Gil, A. X., Gil, A. M., Kalhil, J. B., 2013, Ensino da Física com abordagem CTS através de jogos educativos, *Am. J. Phy. Educ.*, **7**, 83 – 89.

Godoy, A. S., Lage, M. C., 2008, O uso do computador na análise de dados qualitativos: questões emergentes. *Revista de Administração Mackenzie*, **9**, 75-98.

Goode, W. J., Hate, P. K., 1972, *Métodos em pesquisa social* (4.ª Edição), Ed. Nacional, São Paulo.

Gunasekaran, A., 2002, E-learning: research and applications, *Industrial and Commercial Training*, **34**, 44-53.

Hake, R. R., 1998, Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousandstudent survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics*, **66**, 64-74.

Hattie, J., 2009, *Visible Learning - A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge, London and New York.

Hodson, D., 1996, Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion, *Journal of Curriculum Studies*, **28**, 115 - 135.

Hofstein, A., Lunetta, V. N., 1982, The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research, *Review of Educational Research*, **52**, 201 – 217.

Hofstein, A., Lunetta, V. N., 2004, The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century, *Science Education*, **88**, 28-54.

IAVE, 2016, *Trends in International Mathematics and Science Study*, Consultado em dezembro de 2016, <iave.pt/np4/11.html>.

Jesuíno, J. C., 1989, *O método experimental nas Ciências Sociais – Metodologia das Ciências Sociais*, Edições Afrontamento, Porto.

Jonassen, D., 2002, Learning as activity, *Educational Technology*, **42**, 45-51.

Johnson, D. W., Johnson, R., Holubec, E., 1993, *Cooperation in classroom*, Edina MN: Interaction Book Company.

- Johnson, D. W.**, 1970, Social psychology of education, Holt, Rinehart & Winston, New York.
- Johnston, L.**, 2006, Software and method: reflections on teaching and using QSR NVivo in doctoral research, *International Journal of Social Research Methodology*, **9**, 379-391.
- Kahle, J. B., Lakes M. K.**, 2003, The myth of equality in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, **40**, 58-67.
- Knight, R. D.**, 2004, *Five Easy Lessons – Strategies for Successful Physics Teaching*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., San Francisco.
- Kohn, A.**, 1992, No Contest: The case Against Competition, Rev. ed., Houghton Mifflin, Boston.
- Laier, F.**, 2012, *Uso das tecnologias “Just in Time Teaching” e “Peer Instruction” juntamente com clickers como instrumento de comunicação entre professor e alunos, em um ambiente de “paperless class”*, Experimento da Geologia-UFRJ.
- Lasry, N.**, 2008, Clickers or flashcards: Is there really a difference?, *The Physics Teacher*, **46**, 242–245.
- Lasry, N., Mazur, E., Watkins, J.**, 2008, Peer instruction: From Harvard to community colleges, *American Journal of Physics*, **76**, 1066-1069.
- Leão, H.**, 1999, Paradigmas contemporâneos da educação: escola tradicional e escola construtivista, *Cadernos de Pesquisa*, **1007**, 187-206.
- Lewin, K.**, 1975, *Teoria Dinâmica da Personalidade*, Cultrix, São Paulo.
- Licht, P.**, 1991, Teaching electrical energy, voltage and current: an alternative approach, *Physics Education*, **26**, 272-277.
- Lima, L.**, 2000, *Atitudes: Estrutura e mudança*. In: J. Vala & M. B. Monteiro (Eds.), Psicologia social. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lincoln, Y., Guba, E.**, 1985, *Naturalistic Inquiry*, Sage Publications, London.
- Likert, R.**, 1932, *A Technique for the Measurement of Attitudes*, Archives of Psychology, R.S. Woodworth (ed.), New York.
- Lopes, J. B.**, 2004, *Aprender e Ensinar Física*, Fundação Calouste Gulbenkian, Braga.
- Lopes, J., SILVA, H. S.**, 2009, *A aprendizagem cooperativa na sala de aula – Um guia prático para o professor*, Lidel, Lisboa.
- Lopes, J., SILVA, H. S.**, 2011, *O Professor faz a diferença*, Lidel, Lisboa.
- Lopes, J., SILVA, H. S.**, 2015, *Eu, Professor, Pergunto*, Pactor – Edições de Ciências Sociais, Forences e de Educação, Lisboa.

Loureiro M. J., 1993, *Concepções alternativas em Física: conceitos básicos de Eletricidade*, Ensino das Ciências e Formação de Professores, 2, Coordenação de F. Cachapuz, Projeto MUTARE, Universidade de Aveiro.

Lusignan, G., Goupil, G., 1993, *Apprentissage et Enseignement en Milieu Scolaire*, Gaëtan Morin Éditeur, Montreal.

MacGregor, S. K., 2004, *WebQuesting: Influence of Task Structure and Web Site Design on Learning*, National Educational Computing Conference (NECC), New Orleans.

Martins, A., 2002, Livro Branco da Física e da Química – Opiniões dos Professores, *Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química*, Consultado em dezembro de 2016, <http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/28_3/artigo2.pdf>.

Martins, C., 2013, *Quando a escola deixa de ser uma fábrica de alunos*, in Público (), Consultado em dezembro de 2016, <<http://www.publico.pt/temas/jornal/quando-a-escola-deixar-de-ser-uma-fabrica-de-alunos-27008265>>.

Mazur, E., 1997, *Peer Instruction – A User's Manual*, Prentice Hall, New Jersey.

McDermott, L. C., 1993, Guest comment: How we teach and how students learn – a mismatch?, *American Journal of Physics*, **61**, 295-298.

Medeiros, A., Medeiros, C., 2002, Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física, *Revista Brasileira de Ensino da Física*, **24**, 77 – 86.

Miller, R., Santana-Vega, E., Terrell, M., 2006, Can good questions and peer discussion improve calculus instruction?, *Primus*, **16**, 193–203.

Neto, A., Valente, M., Valente, M. O., 1991, Circuitos elementares de corrente contínua: dificuldades de aprendizagem e formas de as superar, *Gazeta de Física*, **14**, 94-106.

Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrin, A., Christian, W., 1999, *Just-in-Time-Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Pacheco, J., 2016, Aulas no século XXI são um escândalo. Com aulas que ninguém aprende (10 de abril de 2016), *Observador*, Consultado em dezembro de 2016, <<http://observador.pt/especiais/jose-pacheco-aulas-no-seculo-xxi-sao-um-escandalo-aulas-ninguem-aprende/>>.

Paiva, J., 2003, *As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos alunos*, Ministério da Educação – Departamento de Avaliação Prospetiva e Planeamento,

Consultado em dezembro de 2016, <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/estudo/dados/jpaiva-estudo-alunos.pdf>>.

Paiva, J., Costa, L. A., Fiolhais, C., 2003. *Mocho – A web Portal on Science and Scientific Culture. In Computers and Education. In M. Llamas – Nistal, M.J. Fernandez-Iglesias & L.E. Anido-Rifon (Eds.) Towards a Lifelong Learning Society.* Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

Paiva, J., Costa L., 2005, Roteiros de Exploração-valorização pedagógica de software educativo de Química, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **96**, 64 – 66.

Paiva, J., Costa, L., 2010, Exploration Guides as a Strategy to Improve the Effectiveness of Educational Software in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, **87**, 589–591.

Paiva, J. C., Merriënboer, J., Correia, S., 2012, *As Novas Tecnologias*, Fundação Francisco Manuel dos Santos, Lisboa.

Paiva J., 2012, *As novas Tecnologias na Escola: Reflexões gerais e contributos para a educação científica*, As Novas Tecnologias, Fundação Francisco Manuel dos Santos, Lisboa.

Pardal, L., Lopes, E., 2011, *Métodos e Técnicas de Investigação Social*, Areal Editores, Lisboa.

Pestana, M., Gameiro, J., 2005, *Análise de dados para ciências sociais: A complementaridade do SPSS (4.ª Edição)*, Sílabo, Lisboa.

Ponte, J. P., 1997, *As novas tecnologias e a educação*. Texto Editora, Lisboa.

Quadros, L., 2003, WebQuest: um modelo de aprendizagem na Web. Portugal, Consultado em dezembro de 2016, <<http://www.malhatlantica.pt/mestrado/artigoWebQuest.pdf>>.

Quaresma, P., 2007, “Conceção e exploração de uma WebQuest para a introdução ao ensino da Física”, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro, (Mestrado em Comunicação e Educação).

Quintana J., Albert, E., 2007, *Les Webquests, una metodologia d'aprenentatge cooperatiu, basada en l'accés, el maneig i l'ús d'informació de la Xarxa*, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Redish, E., 2001, *Foreward to Physlets for the Physics Instructor, in M. Belloni, W. Christian, Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*, Prentice Hall, New Jersey, xvi-xx.

Redish, E., 2003, *Teaching Physics with the Physics Suite*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ (USA).

- Reynolds, D.**, 2003, ICT – the hopes and the reality, *In British Journal of Educational Technology*, **34**, 151-167.
- Rezende, F., Osterman, F.**, 2007, A questão de género de Ciências sob o enfoque sociocultural, Simpósio Nacional do Ensino da Física- SNEF, S. Luís, Brasil.
- Roseth, C. J., Johnson, D. W., Johnson, R. T.**, 2006, *Promoting achievement and social goals: A meta- analysis of cooperative, competitive, and individualistic goal structures*.
- Rutten, N., Joolingen, W. V., Van der Veen, J. T.**, 2012, The learning effects of computer simulation in science education, *Computers and education*, **58**, 136-153.
- Russel, L.**, 2001, Computer Mediated School Education and the Web, *First Monday*, **6**, No. 1, Consultado em dezembro de 2016, <<http://dx.doi.org/10.5210/fm.v6i11.900>>.
- Seabra, C.**, 2013, “As redes sociais e a aprendizagem da Matemática baseada na resolução de problemas”, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Minho - Braga, (Mestrado em Ciências da Educação - Área de Especialização em Tecnologia Educativa).
- Shipstone, D.**, 1998, Pupil’s understanding of simple electrical circuits: some implications for instruction, *Physics Education*, **23**, 92-96.
- Silveira**, 1998, *Jogos Educativos Computadorizados utilizando a abordagem de algoritmos genéticos*. Universidade do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática. Curso de Pós-Graduação de Ciências da Computação.
- Sokoloff, D., Thornton, R., Laws, P.**, 1999-2004, *RealTime Physics - Active Learning Laboratories*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey (USA), Modules 1 - 4.
- Stadler, H., Duit, R., Benke, G.**, 2000, Do boys and girls understand physics differently? *Physics Education*, **35**, 417-422.
- Tapscott, D.**, 1998, *Growing Up Digital. The Rise of the Net Generation*, McGraw Hill, New York.
- The Economist**, 2013, *Education Technology: catching on at last*, Consultado em dezembro de 2016, <<http://www.economist.com/news/briefing/21580136-new-technology-poised-disrupt-americas-schools-and-then-worlds-catching-last>>.
- Thornton, R., Sokoloff, D.** 2005, *The Electric Circuits Concept Evaluation*, Consultado em dezembro de 2016, < <http://www.physics.umd.edu/perq/tools/diags.htm>>.
- Trefil, J., Hazen, R.**, 2006, *Física Viva – Uma Introdução à Física Conceitual*, LTC, São Paulo.
- Valente, J. A.**, 2007, *Aprendizagem na era das tecnologias digitais*, Cortez: FAPESP, São Paulo.

Van der Zee, 1996, *The learning Society: Challenges and trends*, Open University, London.

Vasconcelos, F., 1997, “O ensino/aprendizagem de tópicos de Electricidade (8º ano) numa perspectiva de mudança conceptual: um estudo de investigação—ação”, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Minho, Braga.

Veiga, F. H., 2010, *Escala de envolvimento dos alunos na escola: primeiros elementos da adaptação portuguesa da “Student Engagement in school scale”*. Seminário Internacional – Contributos da Psicologia em contextos educativos, Universidade do Minho, Braga.

Vergnaud, G., 1990, La théorie des champs conceptuels, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, **10**, 133 – 170.

Vieira, A. S., 2004, “Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do Peer Instruction”, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Rio Grande do Sul – Instituto de Física.

Vickery, A., 2016, *Aprendizagem Ativa nos anos iniciais do Ensino Fundamental*, Penso, Porto Alegre.

Vygotsky, L. S., 1978, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (14ª edição), Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wagner, T., 2010, *The Finland Phenomenon: Inside The World’s Most Surprising School System*, Consultado em dezembro de 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=70AlyhEGWf4&list=PLzU_PYrOnJeRvjt3nJL-Yq1Fzc15--QLU>.

Wang et al., 1993, Toward a knowledge base for school learning, *Review of Educational Research*, **63**, 249-294.

Zohar, A., Bronshhtein, B., 2005, Physics teacher’s knowledge and beliefs regarding girl’s low participation rates in advanced physics classes International, *Journal of Science Education*, **27**, 61-77.

BIBLIOGRAFIA

- Abreu, M. C., Matias, L., Peralta, L. F.,** 1994, *Física Experimental – Uma introdução*, Presença, Lisboa.
- Abreu, M. C.,** 2008, Laboratórios para o séc. XXI, *Gazeta da Física*, **31**, 41-42.
- Alonso, M., Finn, E. J.,** 1992, *Physics*, Addison Wesley Longman Ltd., Harlow.
- Almeida, D.M.,** 2003, “Segunda Lei da Termodinâmica - Recursos Digitais e Ensino de Química”. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (Mestrado em Química para o Ensino), Consultado em dezembro de 2016, <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/delfina/>>.
- Araujo, I. S., Mazur, E.,** 2013, Instrução pelos colegas e Ensino sob medida: Uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, **30**, 362 – 384.
- Arriaga, C.,** 2006, *Os Rankings da nossa educação* (21 de outubro de 2016), Consultado em dezembro de 2016, <<http://ideiaseconomia.blogspot.pt/2006/10/os-rankings-da-nossa-educacao.html>>.
- Arora, P.,** 2010, Hope in the Wall? A digital promise for free learning, *British Journal of Education Technology*, **41**, 689-702.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H.,** 1978, *Educational Psychology a Cognitive View* (2.^a ed.), Holt, Rinehart and Winston, New York
- Bogdan R., Taylor, S.,** 1986, *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados*, Editorial Paidós, Buenos Aires
- Brás, C. M. D.,** 2003, “Integração das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino da Física e da Química: os professores e a Astronomia no ensino básico.” Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (Mestrado em Educação Multimédia), Consultado em dezembro de 2016, <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/carlosbras/>>.
- Briosa, E.,** 2007, “Physlets e Questões Conceptuais, uma forma inovadora de promover a aprendizagens dos alunos”. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (Mestrado em Física para o Ensino).
- Brisotto, T.,** 2010, “Aprender a participar? Os efeitos da disciplina de ciências políticas”, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro, (Mestrado em Ciências Políticas).

- Brito, R. S.**, 2004, Masculinidade e feminilidades: implicações para o sucesso/fracasso escolar de meninos e meninas nas séries iniciais, Atas da 27.^a Reunião Anual da ANPED, Caxambu.
- Cachapuz, A.**, 1989, Por um Ensino relevante da Química: Que papel para o trabalho experimental?, *Boletim Sociedade Portuguesa de Química, Sociedade Portuguesa de Química*, **36**, 25 – 27.
- Campbell, D. T.**, 1978, *Qualitative Knowing in action research*. In: Brenner, M. et al. (Eds). *The social context of method*. New York: St. Martin's.
- Carvalho, P. S., Christian, W, Belloni, M.**, 2013, Physics e Open Source Physics para professores e estudantes portugueses, *Revista Lusófona da Educação*, **25**, 59-72.
- Carvalho, P. S., Sousa, A. S., Paiva, J., Ferreira, A. J.**, 2012, *Ensino Experimental das Ciências - Um Guia para Professores do Ensino Secundário - Física e Química*, U. Porto Editorial, Porto.
- Christian, W., Belloni, M.**, 2001, *Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*, Prentice Hall, New Jersey.
- Cohen, E. G.**, 1986, *Designing Group work*. New York: Teachers College Press.
- Cohen, L., Manion, L., Morrison, K., Wyse, D.**, 2010, *A Guide to Teaching Practice* (5th Edition), British Library, London.
- Cooke, C.**, 1996, *An Introduction to Experimental Physics*, UCL Press, London.
- Conselho Nacional da Educação**, 2012, *Estado da Educação de 2012 – Autonomia e Descentralização*, Editorial do Ministério da Educação e Ciência, Consultado em dezembro de 2016, <<http://www.spef.pt/image-gallery/74142870485712-Colgios-Educao-Docs-de-Referencia-Estado-da-Educao-2012---Autonomia-e-Descentralizao-.pdf>>.
- Costa, M. L.**, 2003, "Geração "ZAP" - novos desafios na escola: complementos digitais para o ensino da Química", Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (Mestrado em Educação Multimédia), Consultado em dezembro de 2016, <[http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/luiza/TESE_GERA%C7%C3O%20ZAP%20\(D\)/>](http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/luiza/TESE_GERA%C7%C3O%20ZAP%20(D)/>).
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A.**, 1985, *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes, Philadelphia.
- Ferreira, A.**, 2016, *Portugal testa Sala de Aula do Futuro* (21 de fevereiro de 2016), Diário de Notícias, Consultado em dezembro de 2016, <<http://www.dn.pt/portugal/interior/portugal-testa-salas-de-aula-do-futuro->

5040206.html>.

Ferrés, J., 1996, *Vídeo e Educação* (2.^a edição), Artes Médicas, Porto Alegre.

Fialho, N. N., 2008, *Os Jogos pedagógicos como ferramentas de ensino*, VIII EDUCERE, Curitiba, Consultado em dezembro de 2016, <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/293_114.pdf>.

Gil, A. C., 1994, *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*, Editora Atlas S.A., São Paulo.

Gonzales, E., 2011, “Aprendizagem Significativa e Mudança Conceitual: utilização de um ambiente virtual para o ensino dos circuitos elétricos na educação de jovens e adultos”, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

González, E., Pérez, G. D., 1993, Las Prácticas de laboratorio de Física en la Formación del Profesorado: Un Análisis Crítico, *Revista de Enseñanza de la Física*, **6**, 47- 61.

Grawitz, M., 1993, *Méthodes des Sciences Sociales*, Éditions Dalloz.

Hattie, J., 1992, Measuring the effects of schooling, *Australian Journal of Educational Research*, **36**, 5 - 13.

Hattie, J., 2009, *Visible learning for teachers – Maximizing impact on learning*, Routledge, London and New York.

Heidemann, L. A., Oliveira, A. M., Veit, E. A., 2010, Ferramentas online no ensino de Ciências: uma proposta com o Google Docs, *Física na Escola*, **11**, 30 - 33.

Hestenes, D., Wells, M., Swackamer, G., 1992, Force Concept Inventory, *The Physics Teacher*, **30**, 141 - 158.

Hodson, D., 1990, A critical look at practical work in school science, *Sch. Sci. Rev.*, **70**, 33 - 40.

Hofstein, A., Lunetta, V. N., 2004, The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century, *Science Education*, **88**, 28-54.

Inácio, A., (2013), *Norte mais pobre tem alunos acima da média*, Jornal de Notícias 10 de abril, Consultado em dezembro de 2016, <http://www.jn.pt/Paginalnicial/Sociedade/Educacao/Interior.aspx?content_id=3156736>.

Joyce, B., Weil, M., Calhoun, E., 2004, *Models of Teaching*, 7th ed, Allyn & Bacon, Boston.

Likert, R., Roslow, S., Murphy, G., 1993, A simple and reliable method of scoring the Thurstone attitude scales, *Personnel Psychology*, **46**, 689-690.

Lima, M., 2007, “As WebQuests no Ensino/ Aprendizagem”, Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto (Doutoramento em Ciências da Educação).

Lima, J., 2002, “As culturas colaborativas nas escolas: estruturas, processos e conteúdos, Porto Editora, Porto.

Lokken, S., Cheek, W., Hastings, S., 2003, The Impact of Technology Training on Family and Consumer Sciences Teacher Attitudes Toward Using Computer as an International Medium, *Journal of Family and Consumer Science Education*, **21**, 18-32, Consultado em dezembro de 2016, <<http://www.natefacts.org/Pages/v21no1/v21no1Lokken.pdf>>.

Lunetta, V., Tamir, P., 1979, Matching lab activities with teaching goals, *The Science Teacher*, **46**, 22-24.

Martinho, T., 2008, “Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais: um estudo de caso”, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro. (Mestrado em Multimédia em Educação), Consultado em dezembro de 2016, <<http://ria.ua.pt/handle/10773/1359>>.

Martins I. P. e Veiga, M. L., 1999, *Uma análise do Currículo da escolaridade Básica na perspetiva da Educação de Ciências*, Instituto da Inovação Educacional, Lisboa.

McCaslin, M., Good, T., 1996, *The informal curriculum*. In Berliner, D & Calfee, R. (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 622-670). New York: Macmillan.

McDermott, L. C., Shaffer, P. S., Constantinou, C. P., 2000, Preparing teachers to teach physics and physical science by inquiry, *Phys. Educ.*, **35**, 411 - 416.

Meireles, M. M., Paiva, J., Monte, M. J., 2005, *Recursos Digitais no Domínio da Astroquímica*, 4.º Encontro Nacional da Divisão de Ensino e Divulgação da Química, Lisboa, Portugal.

Mendes, A. N., Costa, J. A., Ventura, A., 2003, Ranking das escolas em Portugal: um estudo exploratório, *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficácia y Cambio en Educación*, **1**, 1-13, Consultado em dezembro de 2016, <<http://www.ice.deusto.es/RINACE/reice/vol1n1/NCV.pdf>>.

Menegotto J. C., Filho, J. B. R., 2008, Atitudes de estudantes do Ensino Médio em relação à disciplina de Física, *Revista Eletrônica de Enseñanza de lãs Ciencias*, **7**, 298 - 312.

Ministério da Educação, 2001 Direção Geral dos Ensinos Básicos e Secundário, Programas e Orientações Curriculares.

Mokros, J. R., Tinker, R. F., 1987, The Impact of Microcomputer-Based Labs on

Children's Ability to Interpret Graphs, *J. Res. Sci. Teach.*, **24**, 369-383.

Morais, C., 2006, "+ Química Digital", Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (Mestrado em Educação Multimédia).

Mucchielli, R., 1988, *L'analyse de contenu des documents et des communications* (6.^a ed.), Les éditions ESF, Paris.

Neves, M. S., Caballero, C., Moreira, M. A., 2006, Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da Física, em sala de aula – um estudo exploratório, *Investigações em Ensino de Ciências*, **11**, 383-401, Consultado em dezembro de 2016, <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID159/v11_n3_a2006.pdf>.

Novak, J. D., 2000, *Aprender, criar e utilizar o conhecimento – mapas conceptuais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas*, Plátano Edições Técnicas, Lisboa.

Novak, J. D., Gowin, D. B., 1996, *Aprender a Aprender* (tradução de *Learning How to Learn*, 1984), Plátano, Lisboa.

Oliveira, M. L., Sousa, A. S., 1995, *Técnicas Laboratoriais de Física – Bloco I*, Edições Asa, Porto.

Oliveira, M. L., Sousa, A. S., 1997, *Técnicas Laboratoriais de Física – Bloco II*, Porto Editora, Porto.

Oliveira, P. C., 2008, "A formulação de questões a partir de contextos problemáticos: um estudo com alunos do Ensino Básico e Secundário", Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Minho – Braga, (Mestrado em Educação: área de especialização em supervisão pedagógica em ensino das ciências).

Oliveira, J., Carvalho, P. S., Mota M. F., Quintas, M. J., 2015, Dynamics of a sliding ladder leaning against a wall, *Physics Education*, **50**(3), 329-334.

Pacheco, J., Flores, A., 1999, *Formação e Avaliação de Professores*, Porto Editora, Porto.

Paiva, J., 2002, *As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos professores*, Ministério da Educação – Departamento de Avaliação Prospetiva e Planeamento, Consultado em dezembro de 2016, <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/estudo/dados/estudo.pdf>>.

Paiva, J., 2005, *As TIC no ensino das Ciências Físico-Químicas*, Encontro de Educação em Física: O Ensino da Física no século XXI, Braga.

Pedrosa, A., Paiva, J., 2005, *Simulação Computacional sobre gases ideais*. 4º Encontro Nacional da Divisão de Ensino e Divulgação da Química, Lisboa.

- Pereira, A.**, 2011, *SPSS – Guia prático de utilização – Análise de dados para ciências sociais e psicologia*, Edições Sílabo, Lisboa.
- Pérez, J., Rodríguez, C., Pozo, T.**, 2006, *La triangulación analítica como recurso para la validación de estudios de encuesta recurrentes e investigaciones de réplica en Educación Superior*, **12**, 289-305, Consultado em dezembro de 2016, <http://www.uv.es/RELIEVE/v12n2/RELIEVEv12n2_6.pdf>.
- Quintas, M. J.**, 2012, “Atividades sobre o Som, no âmbito de um Clube de Ciências e envolvendo o Ano Internacional do Morcego”. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Mestrado em Física e Química em Contexto Escolar).
- Quintas, M. J., Carvalho, P. S.**, 2016, Ensino Interativo na abordagem da Eletricidade numa escola Portuguesa, *Caderno Brasileiro do Ensino da Física*, **33**, 839 - 860.
- Ramos, I.**, 2004, “Tabela Periódica *online* no Ensino de Química / 9º ano”, Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (Mestrado em Química para o Ensino).
- Redish, E.**, 1994, The Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics, *Am. J. Phys.*, **62**, 796-803.
- Ribeiro, A. C., Ribeiro, L. C.**, 1989, *Planificação e Avaliação do Ensino-Aprendizagem*, Universidade Aberta, Lisboa.
- Salgueiro, M. E. F.**, 2003, “*Simulações online para o ensino e aprendizagem de Química*”, Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, (Mestrado em Química para o Ensino).
- Savinainen, A., Scott, P.**, 2002, *The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning*, *Physics Education*, **37**, 45-52, Bristol (UK).
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C., Jung, W., Karrqvist, C., Joshua, S., Licht, P.**, 1988, A study of secondary students' understanding of electricity in five European countries, *International Journal of Science Education*, **10**, 303-316.
- Silva, A.**, 1999, *Conversas de Física – Eletricidade*, Asa, Porto.
- Sokoloff, D. R.**, 1997, Using Interactive Lecture Demonstrations to Create an Active Learning Environment, *Physics Teacher*, **35**, 340-347.
- Sociedade de Informação**, 1997, Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal, Missão para a Sociedade da Informação, Graforim. Lisboa.
- Soares, A.**, 2007; “A aprendizagem da Acústica no Ensino Básico: uma pesquisa epistemológica e psicologicamente fundamentada”, Dissertação de Doutoramento apresentada à Universidade Aberta (Doutoramento em Ciências da Educação –

Especialidade em Didática da Física).

Veen, W., 2001, *Teaching Homo Zappiens. New Approaches for New Generations*, Consultado em dezembro de 2016, <
<http://www.pb.edu.jonkoping.se/homozappiens/Jonkoping2001-filer/frame.htm>>.

Vianna, D., 2013, *Temas para o Ensino da Física com abordagem CTS, Grupo Proenfis*, Consultado em dezembro de 2016, <
<https://static1.squarespace.com/static/5120537ce4b0cbd2cf2677c6/t/53a087c8e4b080549e5e0cd5/1403029448512/Proenfis-e-book.pdf> >.

Vieira, A. S., 2014, “Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método Peer Instruction”, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Rio Grande do Sul – Instituto de Física.

Vygotsky, L. S., 2001, *A construção do pensamento e da linguagem*, Martins Fontes São Paulo.

Woolnough, B., Allsop, T., 1985, *Practical work in science*. Cambridge Educational.

ANEXOS

ANEXO A

METAS CURRICULARES DE ELETRICIDADE –

9.º ANO DE ESCOLARIDADE

ELETRICIDADE

Corrente elétrica e circuitos elétricos

1. Compreender fenómenos elétricos do dia-a-dia, descrevendo-os por meio de grandezas físicas, e aplicar esse conhecimento na montagem de circuitos elétricos simples (de corrente contínua), medindo essas grandezas.

2.1 Dar exemplos do dia-a-dia que mostrem o uso da eletricidade e da energia elétrica.

2.2 Associar a corrente elétrica a um movimento orientado de partículas com carga elétrica (elétrons ou iões) através de um meio condutor.

2.3 Dar exemplos de bons e maus condutores (isoladores) elétricos.

2.4 Distinguir circuito fechado de circuito aberto.

2.5 Indicar o sentido convencional da corrente e o sentido do movimento dos elétrons num circuito.

2.6 Identificar componentes elétricos, num circuito ou num esquema, pelos respetivos símbolos e esquematizar e montar um circuito elétrico simples.

2.7 Definir tensão (ou diferença de potencial) entre dois pontos, exprimi-la em V (unidade SI), mV ou kV, e identificar o gerador como o componente elétrico que cria tensão num circuito.

2.8 Descrever a constituição do primeiro gerador eletroquímico: a pilha de Volta.

2.9 Indicar que a corrente elétrica num circuito exige uma tensão, que é fornecida por uma fonte de tensão (gerador).

2.10 Identificar o voltímetro como o aparelho que mede tensões, instalá-lo num circuito escolhendo escalas adequadas, e medir tensões.

2.11 Definir a grandeza corrente elétrica e exprimi-la em A (unidade SI), mA ou kA.

2.12 Identificar o amperímetro como o aparelho que mede a corrente elétrica, instalá-lo num circuito escolhendo escalas adequadas e medir correntes elétricas.

2.13 Representar e construir circuitos com associações de lâmpadas em série e paralelo, indicando como varia a tensão e a corrente elétrica.

2.14 Ligar pilhas em série e indicar a finalidade dessa associação.

2.15 Definir resistência elétrica e exprimir valores de resistência em Ω (unidade SI), m Ω ou k Ω .

2.16 Medir a resistência de um condutor diretamente com um ohmímetro ou

indiretamente com um voltímetro e um amperímetro.

2.17 Concluir que, para uma tensão constante, a corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência do condutor.

2.18 Enunciar a lei de Ohm e aplicá-la, identificando condutores ôhmicos e não ôhmicos.

2.19 Associar um reóstato a um componente elétrico com resistência variável.

Efeitos da corrente elétrica e energia elétrica

2. Conhecer e compreender os efeitos da corrente elétrica, relacionando-a com a energia, e aplicar esse conhecimento.

2.1. Descrever os efeitos térmico (efeito Joule), químico e magnético da corrente elétrica e dar exemplos de situações em que eles se verifiquem.

2.2. Indicar que os recetores elétricos, quando sujeitos a uma tensão de referência, se caracterizam pela sua potência, que é a energia transferida por unidade de tempo, e identificar a respetiva unidade SI.

2.3. Comparar potências de aparelhos elétricos e interpretar o significado dessa comparação.

2.4. Determinar energias consumidas num intervalo de tempo, identificando o kW h como a unidade mais utilizada para medir essa energia.

2.5. Identificar os valores nominais de um recetor e indicar o que acontece quando ele é sujeito a diferentes tensões elétricas.

2.6. Distinguir, na rede de distribuição elétrica, fase de neutro e associar perigos de um choque elétrico a corrente elétrica superior ao valor máximo que o organismo suporta.

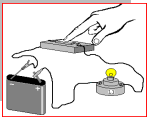
2.7. Identificar regras básicas de segurança na utilização de circuitos elétricos, indicando o que é um curto-circuito, formas de o prevenir e a função dos fusíveis e dos disjuntores.

ANEXO B

RECURSOS EDUCATIVOS

ANEXO B.1

ATIVIDADES PRÁTICAS DE LABORATÓRIO (APL)



APL 1 – ELETRICIDADE ESTÁTICA

SABIAS QUE?

A eletricidade foi descoberta pelos gregos por volta de 600 a.C.. O filósofo grego **Tales de Mileto** descobriu que, ao friccionar uma porção de âmbar com um pano de lã, este atraía pequenos objetos (o âmbar é a serva endurecida de certas árvores).

Aproximadamente em 1570 d.C., o Inglês Wiliam Gilbert fez experiências semelhantes e, observando os mesmos efeitos, deu a este fenómeno a designação de eletricidade, a partir da palavra *élektron*, que em grego quer dizer âmbar. A eletricidade que Tales e Gilbert testaram designa-se atualmente **eletricidade estática**, uma vez que as cargas elétricas não se movimentam.

QUESTÃO MOTIVADORA

Como poderás explicar cientificamente a experiência realizada por Tales de Mileto?

FINALIDADE

- ✓ Explicar cientificamente o que provoca a eletricidade estática.

PROCEDIMENTO

Parte I – Produzir Eletricidade Estática

- ✓ Aproxima um pente ou uma caneta de plástico de corpos leves, como por exemplo pequenos pedaços de papel (**figura 1**).
- ✓ O que aconteceu?
- ✓ _____



Figura 1

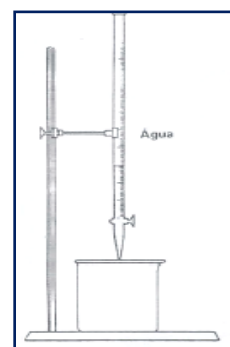
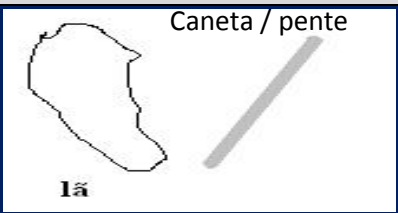
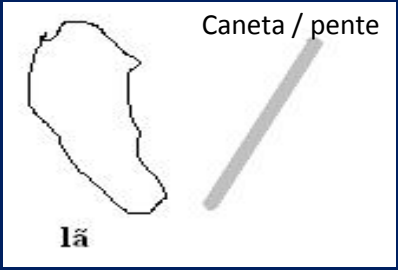
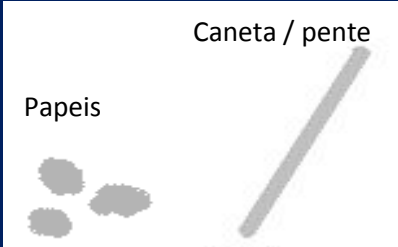


Tabela 1 – Série triboelétrica

Com base na análise da tabela 1 preenche o **quadro 1**.

Etapa	Representação das cargas elétricas	Explicação científica
<u>1.ª Etapa</u> (Antes da fricção do pente ou da caneta de plástico, com o pano de lã.)	 <p>Caneta / pente</p> <p>lã</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<u>2.ª Etapa</u> (Depois da fricção do pente ou da caneta de plástico, com o pano de lã.)	 <p>Caneta / pente</p> <p>lã</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<u>3.ª Etapa</u> (Aproximação do pente ou da caneta de plástico aos papeis.)	 <p>Caneta / pente</p> <p>Papeis</p>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Quadro 1

Parte II – Truques da água inclinada

2. Completa as seguintes frases, de modo a traduzirem as conclusões retiradas das observações que efetuaste. Para tal, utiliza algumas das palavras-chave.

O facto de um pente (ou caneta de plástico) _____
 (a eletricidade estática é produzida por _____)
 _____ um “fio” de água, significa que há uma
 _____ elétrica entre o pente (ou caneta de plástico) e
 as moléculas de água. Como estas são eletricamente
 neutras, tal atração só pode significar que há uma
 reorientação das moléculas de água, que viram para o
 objeto eletrizado o polo de carga _____.

Palavras-chave:

- ✓ Contacto
- ✓ Repelir
- ✓ Igual
- ✓ Eletrizado.
- ✓ Neutro
- ✓ Atração
- ✓ Fricção
- ✓ Repulsão
- ✓ Atrair
- ✓ Oposta

3. Faz uma representação esquemática da etapa da experiência em que aproximaste a régua (ou caneta de plástico) do “fio” de água, evidenciando as cargas elétricas.

4. Completa as seguintes frases, de modo a traduzirem as conclusões retiradas das observações que efetuaste. Para tal, utiliza algumas das palavras-chave.

Existem basicamente três processos de eletrização conhecidos. Nas nossa experiências, este processo de eletrização ocorreu por _____. A eletrização por _____ ocorre basicamente com materiais considerados _____. Um dos materiais, quando _____ com outro material, perde _____ e fica carregado positivamente. O outro material ganha estes _____ ficando carregado negativamente.

Inicialmente, os corpos são _____. Depois de friccionados. Ambos ficam _____, com cargas _____ em módulo, porém de sinais _____.

Palavras-chave:

- ✓ Contacto (condução).
- ✓ Neutros.
- ✓ Friccionado.
- ✓ Isolantes.
- ✓ Iguais.
- ✓ Eletrões.
- ✓ Protões.
- ✓ Diferentes.
- ✓ Contrários.
- ✓ Carregados
- ✓ Atrito.
- ✓ Condutores.
- ✓ Indução.

5. Qual a tua resposta à questão motivadora?

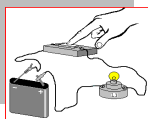
QUERO SABER MAIS

Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre a eletricidade estática, então desafio-te a leres com atenção o artigo alojado na seguinte página do Ciência2.0:

http://www.ciencia20.up.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=153

6. Resume por palavras tuas e recorrendo a linguagem científica, por que motivo os cabelos ficam “elétricos”.

FIM



APL 2 – ELETRICIDADE NO CÉU

QUESTÕES MOTIVADORAS

Talvez não tenhas percebido, mas já passaste por um tipo de eletricidade estática. É a poderosa “eletricidade no céu” à qual chamamos relâmpagos.

A que se deve a formação desses relâmpagos?

Como poderás calcular a distância a que te encontras dos relâmpagos?

FINALIDADES

- ✓ Compreender a formação de relâmpagos.
- ✓ Comparar a velocidade de propagação do som e da luz.
- ✓ Determinar a que distância nos encontramos dos relâmpagos, num dia de trovoadas.

PROCEDIMENTO

Parte 1:

- ✓ Veste uma camisola de nylon debaixo de uma camisola de lã e coloca-te em frente a um espelho, num quarto escuro.
- ✓ Tira a camisola de lã (**figura 1**).
- ✓ O que observaste?
- ✓ _____
- ✓ _____

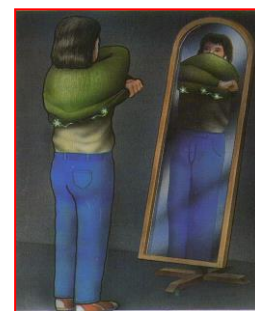


Figura 1

Parte 2:

- ✓ Olha pela janela e verifica se está a trovejar.
- ✓ Em caso negativo, analisa o vídeo da internet com o seguinte URL:
<http://www.youtube.com/watch?v=TsRc5G5gFfk>

- ✓ Com auxílio de um termómetro, mede a temperatura do ar (T_{ar}).
- ✓ Procura cronometrar, com um relógio, o intervalo de tempo (Δt) desde o instante em que vês o relâmpago até que ouves o trovão.
- ✓ **Regista** os respetivos dados. ($T_{ar} = \underline{\hspace{2cm}}$; $\Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$)
- ✓ **Determina a distância** a que a pessoa que fez a filmagem se encontrava do relâmpago. Para tal, consulta o **quadro 1** e considera que a temperatura do ar, no instante da filmagem é igual à que tu também registaste.

Velocidade de propagação do som (m/s)	Temperatura (°C)
330	0
333	5
337	10
340	15
342	20

Quadro 1.

Dados:

$\Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$

$T_{ar} = \underline{\hspace{2cm}}$

Cálculo da distância, expressa na unidade do Sistema Internacional (SI), a que se encontra o relâmpago:

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Parte 1:

1. Como explicas a formação de faíscas quando tiras a camisola de lã?

Parte 2:

2. É a **luz** ou é o **som** que se propaga com maior velocidade? **Justifica** a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.

3. Completa as seguintes frases, de modo a traduzirem as conclusões retiradas das observações de um dia de trovoadas. Para tal, utiliza algumas das palavras-chave.

Numa nuvem de tempestade, o _____ em movimento provoca _____ entre as minúsculas gotas de água e as partículas de gelo, fazendo com que fiquem carregadas de _____. As partículas com carga negativa concentram-se no céu e as de carga positiva no solo.

As cargas _____ das nuvens são fortemente _____ para o solo. Elas saltam como clarões de relâmpagos e a temperatura poderá elevar-se a 30 000 °C, ou seja, cinco vezes a que se verifica à superfície do Sol. O relâmpago deixa o ar tão “quente”, que ele expande e provoca os estrondos altos do trovão.

Palavras-chave:

- ✓ Eletricidade estática.
- ✓ Contacto (condução)
- ✓ Atraídas
- ✓ Positivas
- ✓ Fricção
- ✓ Ar
- ✓ Negativas
- ✓ Repelidas

4. Representa na **figura 2** as cargas que se concentram nas nuvens e as que se concentram à superfície do solo, num dia de trovoadas.



Figura 2

5. Formula uma resposta, recorrendo a linguagem científica, para as **questões motivadoras**.

QUERO SABER MAIS

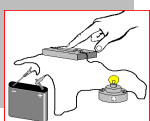
Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre a eletricidade estática, então desafio-te a veres com atenção o seguinte vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=N6E8wq2Trzq>

6. Explica o perigo associado à limpeza do sino da torre da igreja, numa noite de trovoadas?

7. Indica e explica cientificamente as recomendações recebidas para evitar o perigo de choque elétrico.

FIM



APL 3 – SINOS DE BENJAMIN FRANKLIN

SABIAS QUE?

Os raios que observas num dia de trovoadas devem-se a descargas elétricas que ocorrem entre duas nuvens ou entre nuvens e o solo, quando estas apresentam cargas de sinal oposto. Os raios vão provocar um aumento da temperatura da atmosfera, ionizando as moléculas que entram na sua constituição. Esse aumento de temperatura tem também associado a formação de ondas longitudinais no ar e consequentemente, a emissão de um som – o trovão.

QUESTÃO MOTIVADORA

No século XVIII, Benjamin Franklin provou que os relâmpagos eram uma forma de eletricidade.

Como poderás simular o lançamento de um papagaio num dia de trovoadas?

FINALIDADES

- ✓ Compreender a experiência realizada por Benjamin Franklin.
- ✓ Conhecer o mecanismo de passagem da corrente elétrica.

MATERIAL

- ✓ “Raquete elétrica”.
- ✓ Duas latas de refrigerante.
- ✓ Folha de alumínio.
- ✓ Arame de cobre.
- ✓ Vareta de vidro.

PROCEDIMENTO

- ✓ Certifica-te que a “raquete elétrica” se encontra com carga elétrica, caso contrário deixa-a carregar durante algum tempo, ligando-a na tomada.
- ✓ Verifica se o botão “off” se encontra acionado.
- ✓ Efetua a montagem experimental ilustrada na **figura 1**, seguindo os seguintes procedimentos:
 - ⇔ enrola na raquete dois fios de cobre, descarnados na suas extremidades.

⇔ as restantes duas extremidades dos fios liga-os às argolas de abertura de uma lata de um refrigerante.

⇔ numa vareta de vidro suspende uma bola feita com um pedaço de uma folha de alumínio.

⇔ coloca esse conjunto sobre as latas de refrigerante.



Figura 1

- ✓ Liga a “raquete elétrica”, fazendo deslizar o botão lateral para a opção “on”.

OBSERVAÇÕES/ CONCLUSÕES

1. Regista as tuas observações.

2. Estabelece a relação entre esta experiência e a realizada por Benjamin Franklin.

QUERO SABER MAIS

Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre os fenómenos elétricos naturais, então desafio-te a veres com atenção o seguinte vídeo:

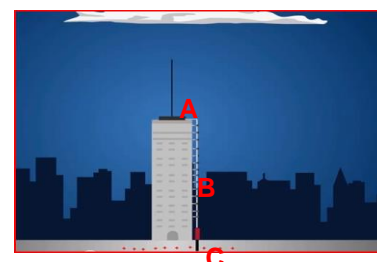
http://www.youtube.com/watch?v=CpF4e7A_IMM

3. Indica o(s) objetivo(s) do para-raios.

4. Faz a legenda da **figura 2**, indicando a constituição do para-raios.

A: _____

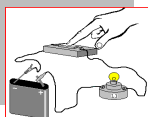
B: _____



C: _____

Figura 2

5. Explica o princípio de funcionamento do para-raios.
-



APL 4 – CIRCUITOS ELETRIZANTES

SABIAS QUE?

Por vezes fazemos algumas associações entre os relâmpagos, a iluminação e o funcionamento de um secador de cabelo. Na verdade, a trovoadas é uma manifestação de uma corrente elétrica muito forte que atravessa a atmosfera. Os restantes eletrodomésticos de uso corrente também exigem uma corrente elétrica. A eletricidade está na base destes fenómenos.

QUESTÕES MOTIVADORAS

Certamente já não consegues imaginar-te sem os teus preciosos equipamentos elétricos.

Mas, o que é na verdade um circuito elétrico?

Quais os elementos mínimos para a sua construção?

FINALIDADES

- ✓ Caracterizar e representar esquematicamente alguns circuitos elétricos simples.

PROCEDIMENTO

Parte I – Equipamento Elétrico

- ✓ Com a ajuda do(a) professor(a) liga o equipamento elétrico à tomada da rede elétrica, tal como indicado na **figura 1**.

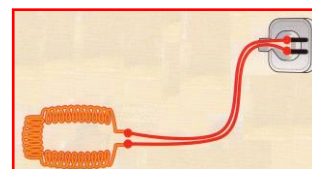


Figura 1

- ✓ O que observas? _____
- ✓ Desliga o equipamento elétrico da corrente.

Parte II – Lanterna de bolso

- ✓ Pressiona o fecho lateral da lanterna, de forma a conseguires abri-la e observares os componentes que a constituem.
- ✓ Desenrosca a lâmpada incandescente do casquilho e identifica ambos os terminais, tal como se ilustra na **figura 2**.

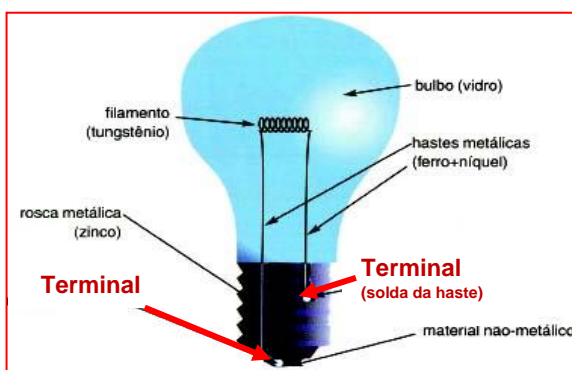


Figura 2 – Lâmpada incandescente

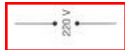
- ✓ Volta a colocar devidamente a lâmpada incandescente no casquilho da lanterna.
- ✓ Identifica os polos (positivo e negativo) da pilha.
- ✓ A lâmpada acende? _____
- ✓ Pressiona o botão lateral do interruptor da lanterna.
- ✓ O que observas? _____

CONCLUSÕES

Parte I – Equipamento Elétrico

1. Identifica os componentes que constituem o circuito elétrico da **figura 1**.
2. Identifica a fonte e o recetor de energia.
3. Consulta o teu manual de CFQ (página 195), de forma a inteirares-te dos símbolos usados internacionalmente para representar os componentes do circuito elétrico. Seguidamente, representa esquematicamente o circuito elétrico evidenciado na **figura 1**.

(Informação adicional: Deverás representar simbolicamente a tomada elétrica da seguinte

forma: )

Parte II – Lanterna de bolso

4. Identifica, através dos números 1, 2 ou 3 da **figura 4**, a fonte e o recetor de energia.

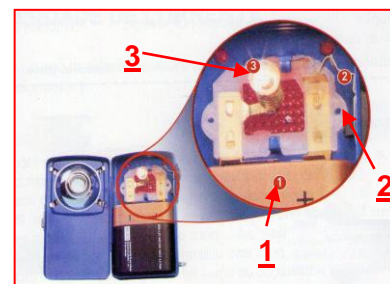
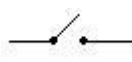



Figura 4 – Lanterna

5. Representa na **figura 2**, por ação de setas, o sentido da corrente elétrica quando esta atravessa a lâmpada.
6. Consulta o teu manual de CFQ (página 195) e seguidamente, representa esquematicamente o circuito elétrico da lanterna de bolso, para o caso em que a lâmpada apagada e da lâmpada acesa. (Informação adicional: Deverás representar simbolicamente o interruptor aberto por:

 e o interruptor fechado por: ).

Lâmpada Apagada:

Lâmpada Acesa:

7. Associa cada um dos esquemas efetuados na questão anterior ao circuito aberto e ao circuito fechado.

QUERO SABER MAIS

Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre a ciência escondida na lanterna a pilhas, então desafio-te a explorares a seguinte animação:

<http://www.absorblearning.com/media/attachment.action?quick=ox&att=1785>

8. Efetua a legenda da **figura 5**, fazendo correspondendo as letras à chave:

“1. Mola de metal; 2. Contacto da lâmpada;
3. Interruptor; 4. Zonas metálicas de contacto;
5. Refletor; 6. Superfície plástica; 7. Anel de vedação;
8. Pilha (1,5 V), 9. Filamento da lâmpada”.

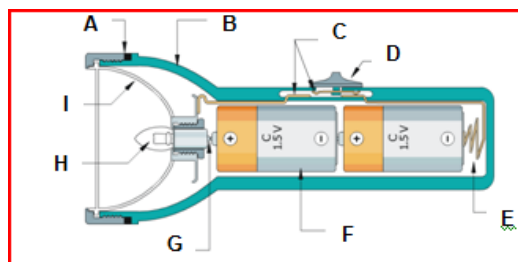



Figura 5 – Esquema de uma lanterna

Chave	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Letra									

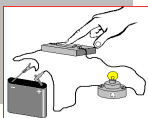
9. Pressiona a opção  (que se encontra perto da designação “Torch on/ off”). Que alterações verificas nos dispositivos **H** e **C** da **figura 5**?

10. Da análise da **figura 5** verificas que as pilhas estão associadas da seguinte forma...

- (A) o polo positivo (+) da primeira está ligado ao polo positivo (+) da outra.
(B) o polo negativo (-) da primeira está ligado ao polo negativo (-) da outra.
(C) o polo negativo (-) da primeira está ligado ao polo positivo (+) da outra.

(Seleciona a opção correta).

FIM



APL 5 – CONDUZ OU NÃO CONDUZ?

SABIAS QUE?

É frequente referir-se que os fios de cobre que utilizamos na montagem dos circuitos elétricos se encontram revestidos com um material plástico, para diminuir a probabilidade de apanharmos um choque.

Será então o plástico um mau condutor de eletricidade?

Apesar do plástico utilizado nas diversas aplicações do dia-a-dia ser um mau condutor elétrico, três cientistas (dois norte-americanos e um japonês) receberam o Prémio Nobel da Química em 2000, por terem mostrado que certos plásticos conduzem a corrente elétrica.

QUESTÃO MOTIVADORA

Será que no interior do teu estojo possuis materiais isoladores e bons condutores da corrente elétrica?

FINALIDADE

- ✓ Classificar alguns materiais como bons condutores de corrente elétrica e de isoladores.

MATERIAL

- | | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| ✓ Pilha de 4,5 V. | ✓ Interruptor. |
| ✓ Três fios de ligação. | ✓ Lápis afiado nas duas extremidades. |
| ✓ 6 crocodilos. | ✓ Régua de plástico. |
| ✓ Lâmpadas com suporte. | ✓ Cllip metálico. |
| | ✓ Borracha. |

PROCEDIMENTO

- ✓ Instala o circuito elétrico ilustrado na **figura 1** e fecha o interruptor.

⇔ **O que observas?** _____

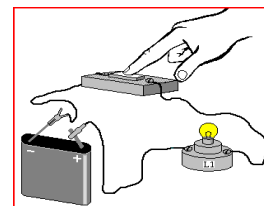


Figura 1

- ✓ Abre o interruptor e seguidamente remove-o do circuito elétrico.

O que observas? _____

- ✓ Entre os dois crocodilos intercala sucessivamente os seguintes materiais:

- lápis afiado nas duas extremidades.

- régua de plástico.

- clip metálico.

- borracha.

- **O que observas?** _____

CONCLUSÕES

1. Dos matérias intercalados no circuito elétrico, indica os:

- **bons condutores** da corrente elétrica: _____

- **maus condutores** da corrente elétrica (ou **isoladores**): _____

2. Indica a vantagem da utilização de uma barra de grafite (**figura 2**) nas pilhas que colocas frequentemente no comando da televisão.

Figura 2 – Pilha



QUERO SABER MAIS

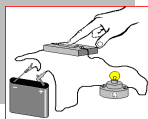
Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre a condutividade elétrica, então desafio-te a leres com atenção o texto que se encontra alojado no seguinte endereço eletrónico:

http://www.ciencia20.up.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=120:porque-e-que-as-enguias-eletricas-nao-morrem-eletrocutadas&catid=12:perguntas-e-respostas&highlight=YToxOntpOjA7czo3OiJiYXRlcmlhIjt9



Indica por palavras tuas e recorrendo a linguagem científica, a justificação apontada pela comunidade científica para o facto da enguia elétrica não morrer eletrocutada se o seu habitat é a água (solução boa condutora de eletricidade).

FIM



APL 6 – MEDIÇÃO DA DIFERENÇA DE POTENCIAL

SABIAS QUE?

Todos os recetores que usamos no têm inscrito o valor da diferença de potencial (**d.d.p.**) mais adequado ao seu bom funcionamento (**figura 1**). Caso esse valor seja ultrapassado, corre-se o risco de danificar o equipamento elétrico. Para um determinado recetor, quanto maior o valor da *d.d.p.* nos terminais de uma fonte, maior será a energia transferida da fonte para o recetor. No caso de a fonte apresentar um valor de **d.d.p.** inferior ao recomendado no recetor, este poderá não funcionar ou funcionar de forma irregular.



Figura 1 – valor máximo da **d.d.p.** da fonte

QUESTÃO MOTIVADORA

Como é possível saber se uma pilha “descarregou” e portanto, deixaram de ocorrer as reações químicas responsáveis pela produção de corrente elétrica?

FINALIDADE

- ✓ Medir a diferença de potencial aos terminais de uma pilha, com o auxílio de um multímetro e de um voltímetro analógico.

MATERIAL

- ✓ Pilha de 4,5 V.
- ✓ Três fios de ligação.
- ✓ 6 crocodilos.
- ✓ Interruptor.
- ✓ Voltímetro analógico.
- ✓ Multímetro.

PROCEDIMENTO

- ✓ Verifica qual o valor da diferença de potencial indicado na pilha (U_{pilha}).
- ⇔ Qual é o valor da U_{pilha} ? _____
- ✓ Instala aos terminais da pilha o voltímetro analógico e de seguida o multímetro (com a função de voltímetro).
- ✓ Na utilização nos instrumentos de medição segue as seguintes instruções:

⇔ VOLTÍMETRO ANALÓGICO (figura 1):

- Das quatro possibilidades de alcances (1 V; 3 V; 10 V; 30 V), seleciona um que seja superior à U_{pilha} e que te permita medições mais exatas quanto possíveis. No caso de não teres uma estimativa do valor teórico, deves optar pela escala maior e ir gradualmente reduzindo para escalas inferiores até obteres uma leitura, de forma a não danificar o instrumento de medição.



Figura 1 – Voltímetro analógico

- Liga o cabo preto (polo negativo) ao terminal “COM” do voltímetro analógico e a outra extremidade ao pólo negativo da pilha.
- Liga o cabo vermelho (polo positivo) ao alcance selecionado e a outra extremidade ao pólo positivo da pilha.
- Qual o alcance selecionado? _____
- Qual a menor divisão da escala? _____
- Qual o valor da leitura efetuada? _____

⇔ MULTÍMETRO (figura 2):

- Roda o seletor do multímetro para o alcance de d.d.p. para C.C., mais adequado, seguindo as mesmas recomendações que para o voltímetro analógico.
- Liga o cabo preto (polo negativo) ao terminal “COM” do multímetro e a outra extremidade ao polo negativo da pilha.
- Liga o cabo vermelho (polo positivo) ao terminal “VΩmA” e a outra extremidade ao polo positivo da pilha.
- Efetua a leitura no *display* do multímetro.
- Qual o alcance selecionado? _____
- Qual o valor da leitura efetuada? _____

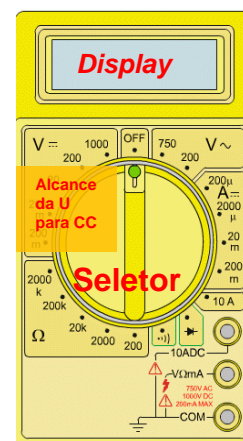


Figura 2 - Multímetro

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

1. Completa a seguinte tabela.

	$U_{\text{pilha}} \text{ (V)}$	Comparação do valor teórico com o obtido no instrumento de medição (<, > ou =)
Pilha (valor teórico)	
Voltímetro analógico		$U_{\text{medição}} \dots\dots\dots U_{\text{teórico}}$
Multímetro		$U_{\text{medição}} \dots\dots\dots U_{\text{teórico}}$

2. Da análise dos registos efetuados na tabela anterior, poderás concluir que a pilha usada na atividade prática de laboratório estava “descarregada”? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.

3. Exprime em milivolt (**mV**) e quilovolt (**kV**) o valor da diferença de potencial da pilha indicado pelo fabricante.

4. Parece-te que a pilha utilizada é adequada para fazer acender uma lâmpada incandescente, cuja indicação do fabricante é de **220 V** (**figura 3**)? Fundamenta a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.

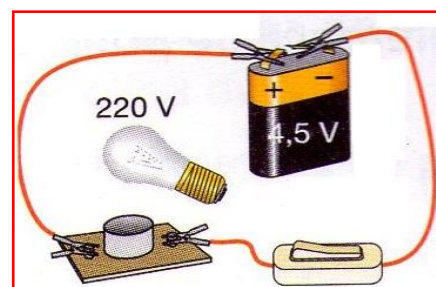


Figura 3

5. A **figura 4** representa a escala de um voltímetro cujo alcance é de 40 V.

- a. Indica o valor da menor divisão da escala. _____
- b. Indica o valor correspondente a cada uma das posições X e Y do ponteiro. _____

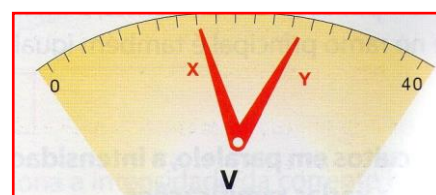
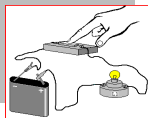


Figura 4

FIM



APL 7 – MEDIÇÃO DA CORRENTE ELÉTRICA

SABIAS QUE?

O sentido convencional da corrente foi definido por analogia com a queda de água, em que o movimento da mesma se faz do potencial mais alto (polo +) para o potencial mais baixo (polo -).

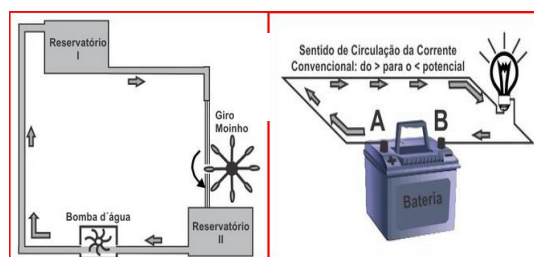


Figura 1 – Analogia hidráulica

QUESTÃO MOTIVADORA

Como é possível saber o fluxo de eletrões que atravessa uma dada secção transversal de um fio de cobre, por intervalo de tempo?

FINALIDADE

- ✓ Medir a corrente elétrica que atravessa uma secção transversal de um fio condutor, com o auxílio de um amperímetro analógico e de um multímetro.

MATERIAL

- ✓ Pilha de 4,5 V.
- ✓ Fios de ligação.
- ✓ 6 crocodilos.
- ✓ Lâmpada com suporte.
- ✓ Interruptor.
- ✓ Amperímetro analógico.
- ✓ Multímetro.

PROCEDIMENTO

- ✓ Instala o circuito elétrico ilustrado na **figura 2** e fecha o interruptor.

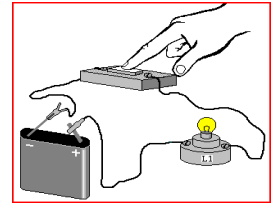


Figura 2 – Circuito elétrico

- ✓ Entre a lâmpada e a pilha intercala, à vez, o amperímetro analógico e o multímetro (com a função de amperímetro).
- ✓ Na utilização dos instrumentos de medição segue as seguintes instruções:

⇔ **AMPERÍMETRO ANALÓGICO** (figura 3):

- Das quatro possibilidades de alcances opta pela escala maior e gradualmente vai reduzindo para escalas inferiores até obteres uma leitura o mais precisa quanto possível e não haver a probabilidade de danificares o instrumento de medição.



Figura 3 – Amperímetro analógico

- Liga um fio ao terminal “**COM**” do amperímetro analógico e a outra extremidade ao terminal da lâmpada.
- Liga um fio ao alcance selecionado e a outra extremidade ao polo positivo da pilha.
- Verifica se o circuito está fechado.
- Qual o alcance selecionado? _____
- Qual a menor divisão da escala? _____
- Qual o valor da leitura efetuada (expressa na unidade do SI)? _____

⇔ **MULTÍMETRO** (figura 4):

- Roda o seletor do multímetro para um alcance da corrente elétrica em C.C. que seja ligeiramente superior ao valor indicado na leitura com o amperímetro analógico.
- Liga o cabo preto (polo negativo) ao terminal “**COM**” do multímetro e a outra extremidade ao terminal da lâmpada.
- Liga o cabo vermelho (polo positivo) ao terminal “**VΩmA**” e a outra extremidade ao polo positivo da pilha.



Figura 4 - Multímetro

- Verifica se o circuito está fechado e efetua a leitura no *display* do multímetro.
- Qual o alcance selecionado? _____
- Qual o valor da leitura efetuada? _____

DISCUSSAO E CONCLUSÕES

1. Representa o circuito elétrico ilustrado na **figura 2**, recorrendo à simbologia internacional.
(Consulta a página 195 do teu manual).

2. Observa a **figura 5**, que traduz a escala de um amperímetro analógico.

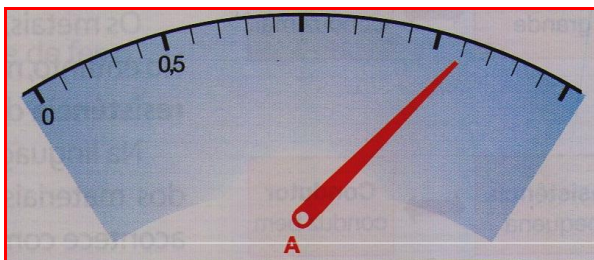


Figura 5 – Escala de um amperímetro

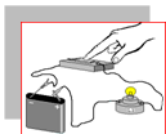
- a. Determina o valor da menor divisão da escala.

- b. Indica o alcance do amperímetro.

- c. Indica o valor correspondente à posição do ponteiro.

- d. Exprime o valor da leitura efetuada para miliamperes (**mA**).

FIM



APL 8 – TIPOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

SABIAS QUE?

É possível instalar num circuito elétrico mais do que um recetor. A instalação pode efetuar-se de duas formas diferentes: em **série** (figura 1) e em **paralelo** (figura 2).

Num circuito com lâmpadas em série, uma é ligada a seguir à outra e só existe um caminho para a passagem da corrente elétrica. Num circuito com lâmpadas em paralelo, cada uma é instalada numa ramificação diferente, existindo assim, mais do que um caminho para a corrente elétrica. Há um ponto, designado nó, onde a corrente do ramo principal se divide pelas suas ramificações e outro nó onde a corrente se junta novamente.

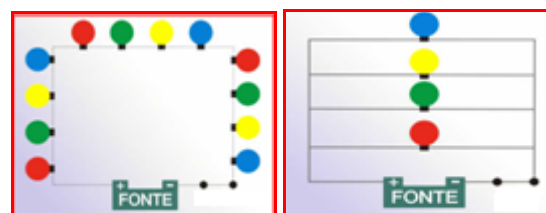


Figura 1

Figura 2

QUESTÕES MOTIVADORAS

Como estão instalados os equipamentos elétricos nas nossas casas?

Qual(ais) a(s) vantagem(ns)/ desvantagem(ns) destes dois tipos de associação?

FINALIDADE

- ✓ Construir e interpretar circuitos elétricos com associações de lâmpadas em série e em paralelo.

MATERIAL

- ✓ 1 pilha de 4,5 V.
- ✓ 7 fios de ligação.
- ✓ crocodilos.
- ✓ 2 lâmpadas com suporte.
- ✓ Interruptor.

PROCEDIMENTO

- ✓ Instala o circuito elétrico da **figura 3**, constituído por uma pilha, lâmpada, interruptor (I) e fios de ligação.

⇔ **Observa com atenção o brilho emitido pela lâmpada.**

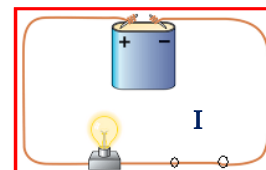


Figura 3

ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS EM SÉRIE

- ✓ Instala o circuito elétrico ilustrado na **figura 4**, colocando 2 lâmpadas em **SÉRIE**.

⇔ **Compara o brilho de cada uma destas lâmpadas (figura 4) com o seu brilho no circuito anterior (figura 3).**

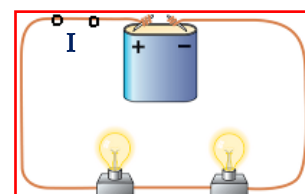


Figura 4

⇔ **Desenrosca separadamente cada uma das lâmpadas e regista as observações.**

ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS EM PARALELO

- ✓ Instala o circuito elétrico ilustrado na **figura 5**, colocando 2 lâmpadas em **PARALELO**.

⇔ **Compara o brilho de cada uma destas lâmpadas (figura 5) com o seu brilho no circuito anterior (figura 4).**

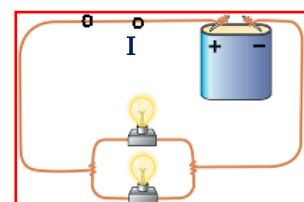


Figura 5

⇔ Compara o brilho de cada uma destas lâmpadas (figura 5) com o seu brilho no circuito da figura 3.

⇔ Coloca o interruptor em cada um dos ramos do circuito elétrico e regista, em cada caso, o que aconteceu quando abriste o interruptor.

⇔ Desenrosca separadamente cada uma das lâmpadas e regista as observações.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

1. Completa a seguinte tabela:

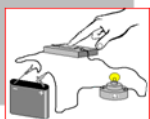
Circuito elétrico com...	Esquema do circuito elétrico	Brilho das lâmpadas, quando comparado com o circuito anterior (<u>diminuiu/ aumentou/ manteve-se</u>)	O que aconteceu quando se desenroscou cada uma das lâmpadas?
<u>uma lâmpada</u>	
2 lâmpadas em <u>SÉRIE</u>			
2 lâmpadas em <u>PARALELO</u>			

2. Explica cientificamente a variação do brilho das lâmpadas, sabendo que este é função da corrente elétrica que a atravessa.

3. Explica cientificamente as tuas observações, quando desenroscaste cada uma das lâmpadas.

4. Apresenta a tua resposta para as questões problema.

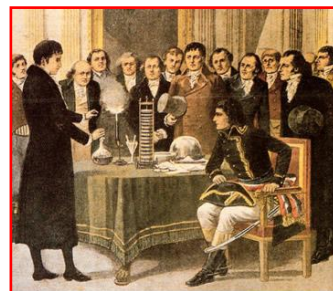
FIM



APL 9 – ASSOCIAÇÃO DE PILHAS

SABIAS QUE?

Quando a pilha foi inventada, há mais de 200 anos, ocorreu uma revolução na ciência! Luigi Galvani tinha já demonstrado empiricamente a existência da “eletricidade animal”, na década de 80 do século XVIII, mas em 1791 Alessandro Volta mostrou que um circuito de dois metais diferentes produzia uma corrente elétrica, tal como se havia observado em experiências com animais. Depois de realizar várias experiências apresentou a “pilha de volta” – a primeira **bateria**. Volta empilhou discos de zinco, cobre e papel humedecido em camadas alternadas com ácido sulfúrico.



QUESTÕES MOTIVADORAS

Será que a quantidade de energia gerada pela bateria dependia da quantidade de discos que Volta empilhava?

Por que motivo os comandos das televisões possuem duas pilhas? Como se encontram associadas?

FINALIDADE

- ✓ Compreender a importância da associação de pilhas no dia-a-dia.

MATERIAL

- ✓ 2 pilhas de 1,5 V.
- ✓ Fios de ligação.
- ✓ 1 lâmpada.
- ✓ Etiquetas e fita-cola.
- ✓ Voltímetro (ou multímetro na função de voltímetro).

PROCEDIMENTO

Parte I – Uma pilha

- ✓ Rotula cada uma das pilhas com os números **1** e **2**.
- ✓ Com auxílio de um voltímetro (ou multímetro), **mede a diferença de potencial** aos terminais da pilha 1 e regista o seu valor.
- ✓ Instala o circuito elétrico da **figura 1**.

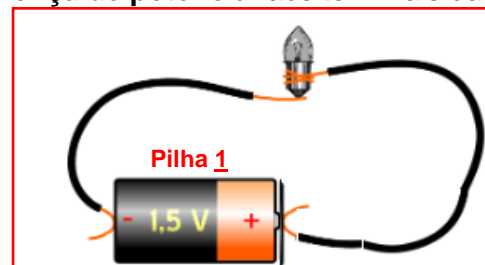


Figura 1

⇒ **Observa o brilho da lâmpada.**

Parte I – Uma bateria (associação de duas pilhas em série)

- ✓ Junta o polo positivo da pilha 1 ao polo negativo da pilha 2 e une-as com auxílio de fita-cola.
- ✓ Mede a **diferença de potencial** aos terminais da bateria e regista o seu valor.
- ✓ Monta o circuito elétrico ilustrado na **figura 2**.

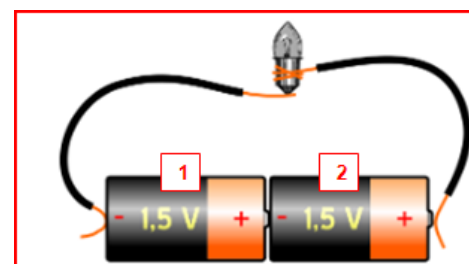


Figura 2

⇒ **Observa o brilho da lâmpada e compara-o com a situação da figura 1.**

REGISTOS E CONCLUSÕES

1. Completa a seguinte tabela:

Fonte de energia	Esquema do circuito elétrico	U (V)	Comparação do brilho da lâmpada
Pilha 1 (Figura 1)			
Bateria (Figura 2)			

2. Nos esquemas dos circuitos elétricos representados anteriormente, indica por ação de setas, o **sentido real** da passagem da corrente elétrica.
3. Supõe que necessitavas de uma diferença de potencial de 9 V e que apenas dispunhas de pilhas de 1,5 V. Sugere um procedimento experimental para, com o material disponível, obteres uma diferença de potencial de 9 V.

Apresenta também um esquema da montagem, recorrendo à simbologia internacional para representar as pilhas.

Esquema da montagem:


4. Apresenta uma resposta, cientificamente correta, para cada uma das questões motivadoras.


QUERO SABER MAIS

Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de saber um pouco mais sobre as vantagens da associação em série das pilhas, então desafio-te a explorares com atenção a seguinte simulação:

<http://www.hyperstaffs.info/science/work/physics/child/main.html>


Instruções adicionais:

⇒ Clica em  e de seguida em .



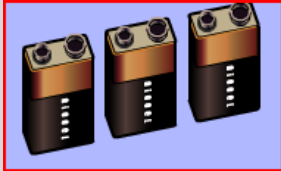
⇒ Arrasta a campainha () para a posição correta.

⇒ Arrasta para a posição destacada, primeiro **uma pilha**, de seguida as **duas pilhas** associadas em série e por fim, as **três pilhas** associadas em série.

⇒ À medida que fazes variar o número de pilhas do circuito elétrico, observa o valor do nível de

intensidade sonora, L , indicado no sonómetro () , expresso em dB.

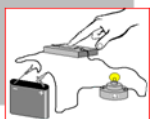
5. Completa a seguinte tabela.

Fonte de energia	Esquema do circuito elétrico	L^* (dB)
		
		
		

(* L = Nível de intensidade sonora)

6. Apresenta todas as tuas conclusões, recorrendo a linguagem científica.

FIM



APL 10 – LEI DE OHM

SABIAS QUE?

Georg Simon Ohm, natural da Alemanha, lecionava a disciplina de Matemática no Colégio de Jesuítas, em Colónia, mas ambicionava trabalhar na Universidade. Para tal, foi-lhe exigido, como prova de admissão, que apresentasse um trabalho científico de excelência. Decidiu escolher a temática da eletricidade e ele próprio optou por construir os equipamentos necessários.

Na década de 20 do século XIX, o físico experimental alemão descreveu a relação entre a resistência, diferença de potencial e da corrente elétrica. Esta conclusão permitiu-lhe formular um enunciado conhecido por **Lei de Ohm**. Porém, essas relações haviam já sido concluídas meio século antes, pelo inglês Cavendish, que não as tinha publicado.

Embora as conclusões de Ohm tenham contribuído para o avanço da compreensão dos circuitos elétricos, foram alvo de inúmeras críticas e não receberam o merecido reconhecimento, uma vez que, recorrendo a um aparelho tal como ilustrado na **figura 1**, conseguiu produzir uma diferença de potencial pelo contacto de duas placas de cobre e zinco, que se encontravam a temperaturas diferentes. A comunidade científica não aceitou de bom agrado o facto de este ter relacionado os fenómenos elétricos com o fluxo de calor e consequentemente, o cargo universitário foi-lhe recusado.



Figura 1

Em 1833, Ohm voltou a envolver-se nas atividades científicas e como forma de reconhecimento, foi-lhe proposto o cargo de docente na Escola Politécnica de Nuremberg, que este aceitou.

QUESTÕES MOTIVADORAS

Como é possível gerar empiricamente uma diferença de potencial, sem recorrer ao fluxo de calor, tal como efetuou Georg Simon Ohm?

Por que motivo os condutores óhmicos são também designados de lineares?

FINALIDADE

- ✓ Estudar empiricamente a Lei de Ohm.

MATERIAL

- ✓ 3 pilhas de 4,5 V, cada uma.
- ✓ Fios de ligação e crocodilos.
- ✓ 1 fio de Constantan (liga metálica de Níquel e Cobre).
- ✓ 1 voltímetro.
- ✓ 1 amperímetro.
- ✓ 1 interruptor.

PROCEDIMENTO

- ✓ Instala o circuito elétrico evidenciado na **figura 2**, intercalando entre os terminais A e B o condutor metálico de constantan.

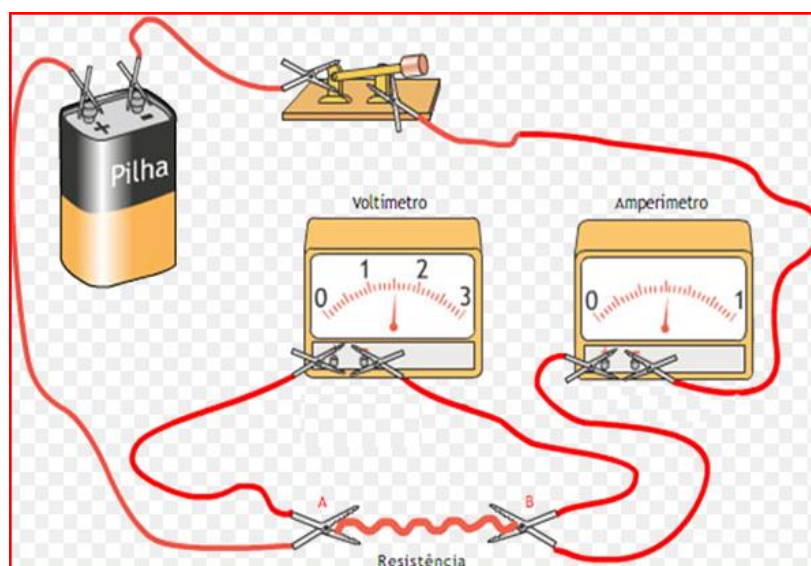


Figura 2

- ✓ Substitui a pilha sucessivamente por duas pilhas em série e seguidamente, por três pilhas em série.
 - ✓ Em cada caso, lê e regista os valores obtidos no voltímetro e no amperímetro.
- ⇔ **O que observas à medida que adicionas cada vez mais pilhas em série ao circuito elétrico?**

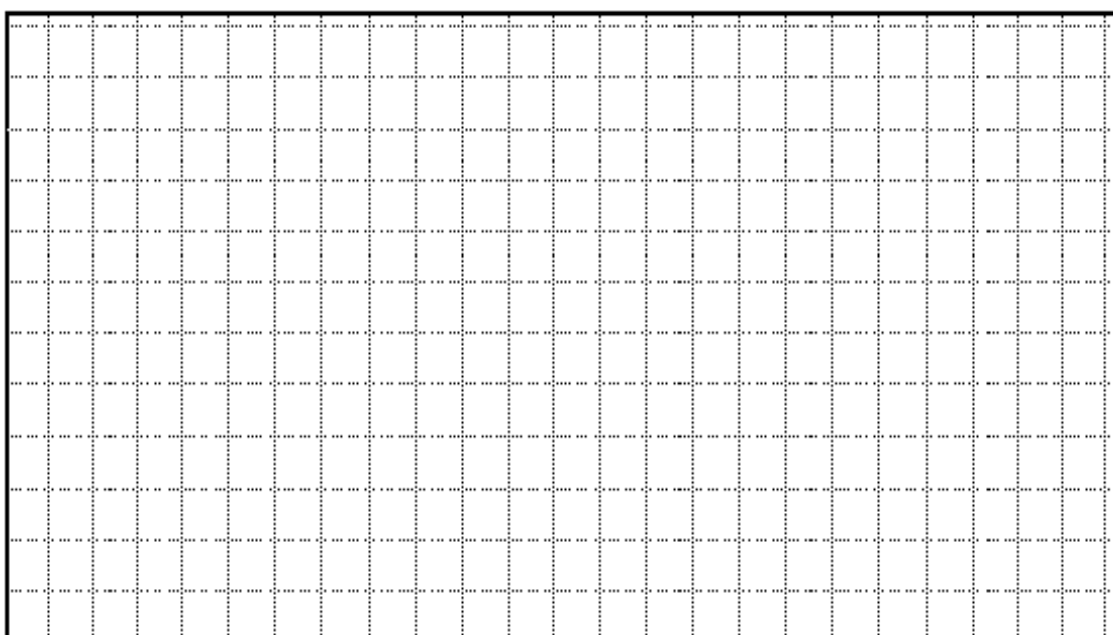
REGISTOS E CONCLUSÕES

1. Regista na **tabela 1** os valores obtidos e efetua o cálculo do quociente entre U e I , bem como a representação esquemática de cada montagem experimental efetuada.

N.º de pilhas	U (V)	I (A)	U/I (unidade SI)	Esquema do circuito elétrico
1				
2				
3				

Tabela 1

2. Constrói o gráfico de $U = f(I)$.



3. O que traduz o quociente de U por R ?

4. Qual a relação entre U e R ?

5. Completa a seguinte frase, que traduz o enunciado da lei de Ohm:

“A _____ nos terminais de qualquer condutor metálico filiforme e homogéneo, a temperatura constante, é diretamente proporcional à _____ da corrente que o percorre.”

6. Apresenta uma resposta, cientificamente correta, para cada uma das questões motivadoras.

QUERO SABER MAIS...


Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade explorares uma animação alusiva à Lei de Ohm, então desafio-te a acederes ao seguinte endereço:

http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/resistance_ohm_law_8.htm

Instruções adicionais:

⇔ Selecciona o botão:



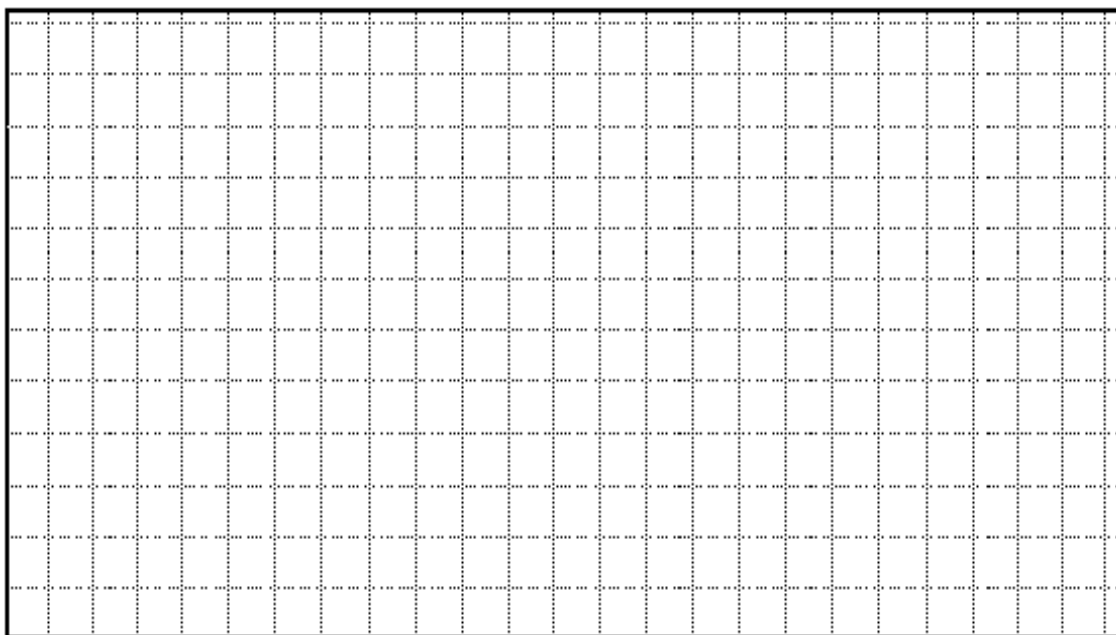
⇔ Faz deslizar o cursor da fonte de tensão () de forma a que esta aumente sucessivamente de uma unidade, até alcançares os 12 V.

⇔ Vai analisando os valores obtidos no amperímetro.

⇔ Marca os respetivos pontos no gráfico.

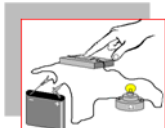
7. Quais as diferenças entre o método experimental que realizaste nesta APL com o apresentado na animação?

8. Com os valores obtidos na animação, esboça o gráfico de $U = f(I)$, usando uma escala mais adequada para ambos os eixos cartesianos.



9. O condutor apresentado na animação classifica-se de óhmico? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.

FIM



APL 11 – EFEITOS PRODUZIDOS PELA CORRENTE ELÉTRICA

SABIAS QUE?

A passagem da corrente elétrica produz efeitos que traduzem vantagens notórias no nosso .

Por exemplo, na **indústria química**, inúmeros metais valiosos, como o ouro e a prata, são obtidos através de reações químicas, desencadeadas pela passagem da corrente elétrica – eletrólise.

As aplicações do **efeito magnético** da corrente elétrica também são diversas: disjuntores que protegem os circuitos elétricos, motores elétricos, balanças de precisão, etc.

Os disjuntores eletromagnéticos têm o seguinte princípio de funcionamento: quando um circuito elétrico fica submetido a uma sobrecarga de corrente, é induzida no magnete a uma corrente muito intensa, que é responsável pelo disparo do interruptor. Desta forma, o interruptor do disjuntor protege os eletrodomésticos de situações com correntes elétricas excessivas.

Uma aplicação do **efeito térmico** da passagem da corrente elétrica é o fusível. Estes são constituídos por um filamento metálico muito fino e quando são atravessados por correntes elétricas muito elevadas, este funde, interrompe o circuito elétrico e permite que os eletrodomésticos não se danifiquem.

QUESTÕES MOTIVADORAS

Que tipo de consequências (desejáveis ou não) pode ter a passagem de corrente elétrica num determinado condutor?

Um secador de cabelo tem por base que efeito da passagem da corrente elétrica?

FINALIDADE

- ✓ Verificar experimentalmente os efeitos (magnético, térmico, e químico) da passagem da corrente elétrica.

MATERIAL

- ✓ 2 pilhas (4,5 V e 9 V, cada uma).
- ✓ Fios de ligação e crocodilos.
- ✓ 1 fio de Constantan (liga metálica de Níquel e Cobre).
- ✓ 1 agulha magnética.

- ✓ 2 elétrodos de grafite.
- ✓ 1 gobelé.
- ✓ 1 interruptor.
- ✓ Solução aquosa de cloreto de cobre.

PROCEDIMENTO

Parte I – Efeito Magnético da corrente elétrica

- ✓ Instala o circuito elétrico evidenciado na **figura 1**.

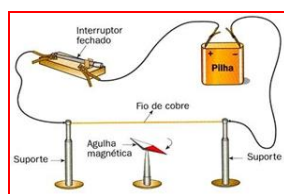


Figura 1

⇔ Que alterações observas quando fecha o interruptor?

- ✓ Troca as ligações nos polos da pilha e observa de novo o comportamento da agulha.

⇔ Que alterações verificas no comportamento da agulha magnética?

Parte II – Efeito Térmico da corrente elétrica

- ✓ Instala o circuito elétrico evidenciado na **figura 2**.

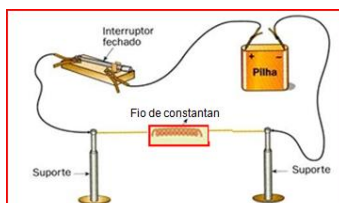


Figura 2

- ✓ Após algum tempo, toca no condutor elétrico de constantan.

⇔ Que transformações de energia ocorrem no fio de constantan?

Parte III – Efeito Químico da corrente elétrica

- ✓ Instala o circuito elétrico evidenciado na **figura 3**.

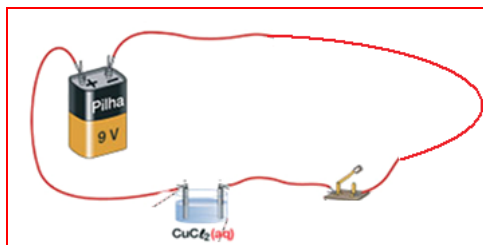


Figura 3

- ✓ Fecha o interruptor.
⇔ **O que observas dentro do góvel?**

⇔ **Que substâncias se formaram em cada um dos eletrodos de grafite?**

⇔ **Que transformações de energia ocorrem no interior do góvel?**

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

1. Estabelece a relação entre os elementos das colunas I e II.

Coluna I	Coluna II
1. Efeito químico	A. Nos recetores, a energia elétrica transforma-se em energia térmica, por efeito de Joule.
2. Efeito térmico	B. Sempre que há passagem de corrente elétrica através de uma solução aquosa que contem iões, ocorrem transformações junto dos eletrodos.
3. Efeito magnético	C. A corrente elétrica num condutor cria à sua volta um campo magnético, pois a agulha sofre um desvio.

Coluna I	1	2	3
Coluna II			

2. Responde às questões problema, recorrendo a linguagem científica.

QUERO SABER MAIS

Se és um(a) aluno(a) curioso(a) e não queres perder a oportunidade de aprender um pouco mais sobre o efeito magnético da corrente elétrica, então desafio-te a acederes ao seguinte endereço:

<http://www.youtube.com/watch?v=j2kHpzP7eIQ>

3. Indica o nome do equipamento que é construído.

4. Esquematiza o procedimento realizado.

5. Por que motivo houve a necessidade de raspar a extremidade do fio de cobre?

6. Descreve a(s) potencialidade(s) do equipamento construído.

7. O que aconteceu quando se usou um eletroímã nas proximidades do ferro fluido?

8. Por que motivo não é recomendável deixar o eletroímã ligado por muito tempo?

9. Indica exemplos de equipamentos que usam eletroímãs na sua constituição.

FIM

ANEXO B.2

ROTEIROS DE EXPLORAÇÃO DE *SOFTWARE* EDUCATIVO



RESE 1 – BALÕES E ELETRICIDADE ESTÁTICA



INTRODUÇÃO

O *software* educativo “**Balões e Eletricidade Estática**” é um recurso educativo que permitirá familiarizar-te com os fenómenos elétricos. Poderás explorá-lo no seguinte sítio da internet: http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons, permitindo-te aliar a diversão ao conhecimento científico.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões, a observares a animação e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons.



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

- ✓ Selecciona a opção “Use Já!”, de forma a acederes à simulação (**figura 1**).
- ✓ Escolhe a opção “Abrir”.



Figura 1

- ✓ Com auxílio do rato, pressiona as opções tal como indicado na **figura 2**.

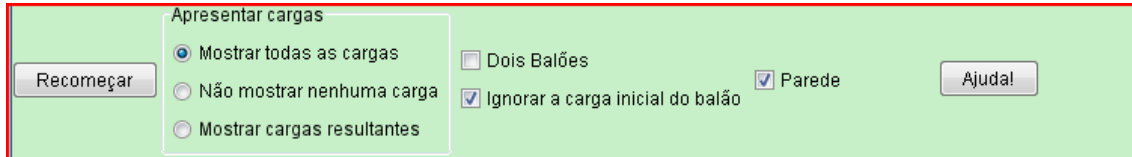


Figura 2

- ✓ Representa na **figura 3** as cargas que visualizas no *software* e dá uma justificação científica do que observas.

Representação das **cargas elétricas**:



Figura 3

Justificação científica:

- ✓ Das opções seleccionadas e apresentadas na figura 2, altera na opção “Apresentar cargas”, a opção “Mostrar todas as cargas” por, “**Mostrar as cargas resultantes**”.
- ✓ Pressiona o botão “**Ajuda**”.
- ✓ Segue as instruções facultadas, friccionando o balão na parede e posteriormente aproxima o balão à blusa.
- ✓ Representa na **figura 4** as cargas que visualizas no *software* e dá uma justificação científica do que observas.

Representação das **cargas elétricas**:



Figura 4

Justificação científica:



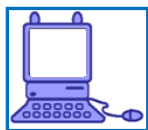
AS MINHAS CONCLUSÕES...

10. Analisa a **tabela 1**, que traduz a série triboelétrica, onde se classificam os materiais que se eletrizam por atrito, quanto à facilidade de trocarem cargas elétricas.

<p>Maior tendência para perder eletrões</p>	<p>↑</p>	- Pele humana seca	<p>↑</p> <p>Maior tendência para obter carga positiva</p>
		- Couro	
		- Vidro	
		- Cabelo humano	
		- Nylon	
		- Lã	
		- Seda	
		- Alumínio	
		- Papel	
<p>↓</p> <p>Maior tendência para ganhar eletrões</p>	<p>↓</p>	- Madeira	<p>↓</p> <p>Maior tendência para obter carga negativa</p>
		- Âmbar	
		- Borracha dura	
		- Níquel e cobre	
		- Prata e latão	
		- Ouro e platina	
		- Poliéster	
		- Isopor	
		- Filme de PVC	

Tabela 1 – Série triboelétrica

As cargas apresentadas no *software*, após a respetiva eletrização, estão em concordância com a série triboelétrica? Justifica a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.



RESE 2 – PORTADORES DE CARGA ELÉTRICA



INTRODUÇÃO

Com a exploração dos *softwares* educativos que te são propostos, terás a possibilidade de te familiarizares com a natureza dos **portadores de carga elétrica**, responsáveis pelo mecanismo de passagem da corrente elétrica, tanto na situação de soluções aquosas (**parte I**), bem como no caso de condutores sólidos (**parte II**).

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões e a responderes a um conjunto de questões.

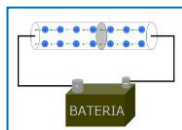


ENTRAR NAS SIMULAÇÕES

Para acederes a estas aplicações educativas deverás escrever os seguintes endereços no navegador da internet:

http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/12495/Web/labvirtq/simulacoes/tempUpload/sim_qui_quemapagoualuz.htm (**Parte I - Quem apagou a luz?**)


http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/signal-circuit (**Parte II - Sinal de Circuito**)





VAMOS EXPLORAR AS SIMULAÇÕES...




PARTE I – Quem apagou a luz?

- ✓ Escolha a opção .
- ✓ Faz uma leitura atenta do conteúdo apresentado na caixa de texto, de forma a recordares os conceitos de solução molecular e solução iónica.

1. Qual a diferença entre solução iónica e solução molecular?

- ✓ Escolha a opção .
- ✓ Selecciona a opção .

2. Quais as substâncias que, quando em solução aquosa, produzem soluções iónicas?

- ✓ Selecciona de novo a opção  de forma a ocultares o “menu ajuda”.
- ✓ Pressiona o rótulo da garrafa que se encontra mais à esquerda (figura 1).

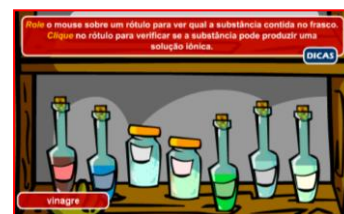


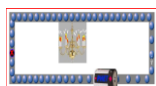
Figura 1

- ✓ Faz a tua previsão, respondendo à questão que te é colocada, tendo em conta a classificação da solução de vinagre (ácido acético).
- ✓ Escolhe a opção ajuda, para esconderes a informação apresentada e começas a explorar a animação interativa.
- ✓ Com o intuito de testares a validade das tuas previsões, segue as seguintes instruções: - clica na garrafa; de seguida na porção de fio elétrico que se encontra ligado ao polo negativo da pilha e por fim, no botão do interruptor.

3. O que observas?

- ✓ Proceda de forma análoga para os restantes 6 recipientes.

4. O que observas?



PARTE II – Sinal de Circuito

- ✓ Selecciona a opção **Use Já!** e de seguida clica em OK, para abrir a simulação.
- ✓ Assinala todas as opções, tal como indicado na **figura 2**.
(Nota: Onde se lê “*elétrons*”, deve ler-se eletrões).



Figura 2

- ✓ Pressiona o botão do interruptor.



(Informação adicional: Nesta simulação a representação dos eletrões também não é real, mas apenas simbólica, de forma a tornar-se perceptível o movimento orientado dos mesmos no circuito elétrico.)

5. O que observas? _____



AS MINHAS CONCLUSÕES...



PARTE I – Quem apagou a luz?

6. Assinala com uma cruz as opções que te permitem classificar as soluções, quanto à sua natureza e condutividade.

Solução aquosa	Classificação da solução		Condutividade elétrica	
	Iónica	Molecular	Boa condutora	Má condutora
Vinagre				
Sabão				
Sal de cozinha				
Açúcar				
Limão				
Leite de magnésia				
Leite				

Tabela 1

7. Explica por que motivo uma pessoa poderá apanhar um choque elétrico ou até mesmo morrer eletrocutada, se colocar os dedos nos orifícios de uma tomada (figura 3).

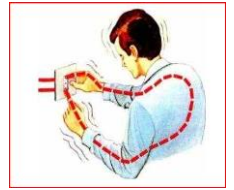
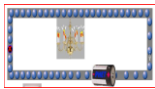


Figura 3



PARTE II – Sinal de Circuito

8. Nos condutores sólidos, quem são os portadores de carga elétrica?

9. Representa na figura 4:

9.1. os polos da pilha.

9.2. o sentido real da passagem da corrente elétrica (sentido do movimento dos portadores de carga elétrica).

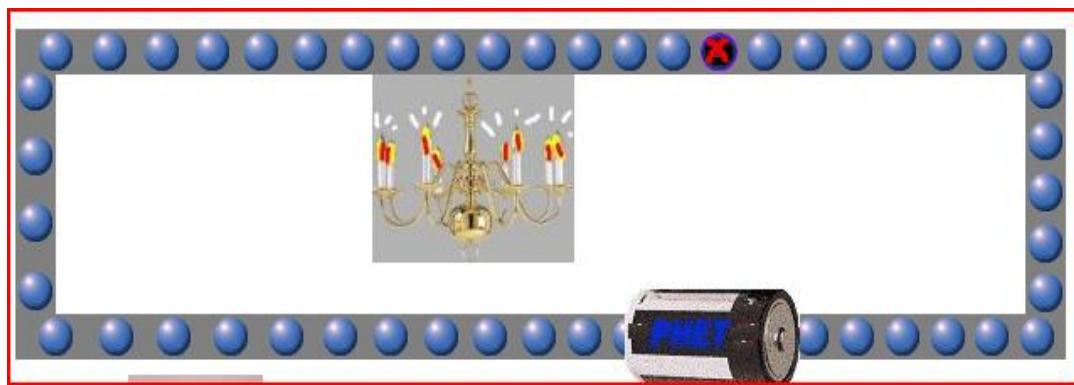


Figura 4 – Circuito elétrico

FIM



RESE 3 – CORRENTE ELÉTRICA e TENSÃO NA ASSOCIAÇÃO DAS LÂMPADAS



INTRODUÇÃO

Com a exploração do *software* educativo que te é proposto, terás a possibilidade de recordar as regras de utilização dos amperímetros e voltímetros, bem como compreender quais as vantagens da instalação em paralelo dos recetores das nossas casas.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a estas aplicações educativas deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

- ✓ Selecciona a opção **Use Já!** e de seguida a opção **OK**, para abrir a simulação.
- ✓ No *Menu* lateral selecciona as opções indicadas na **figura 1**.

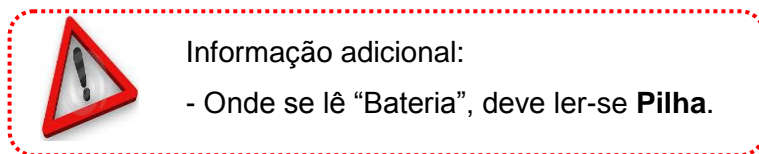


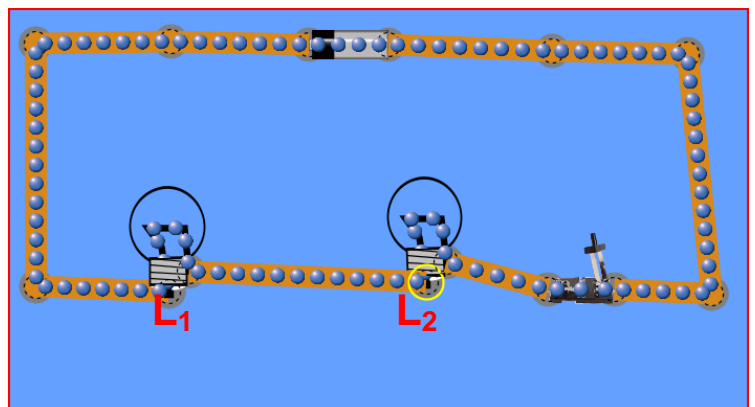
Figura 1



PARTE I – A corrente elétrica e a tensão na associação em SÉRIE

- ✓ Com auxílio do rato do computador, arrasta para a “bancada de laboratório” (lado esquerdo) os seguintes componentes: **fios de ligação, uma pilha, duas lâmpadas e interruptor**.
- ✓ Monta o circuito elétrico esquematizado na **figura 2**.

Figura 2



- ✓ Fecha o interruptor.
⇔ O que observas? O que representam as esferas azuis? _____

- ✓ Antes e após cada uma das lâmpadas, instala um amperímetro (A_1 , A_2 , A_3), arrastando o instrumento de medição para a “bancada de laboratório”. (Não te esqueças que este deverá ser instalado em série).
- ✓ Na tabela de registos aponta os valores indicados em cada um dos amperímetros.
- ✓ Elimina os três amperímetros (seleciona os instrumento de medição+ botão *DEL* do teclado).
- ✓ Retoma o circuito ilustrado na figura 2.
- ✓ No menu lateral seleciona a opção “**Voltímetro**”.
- ✓ Mede a diferença de potencial nos terminais: da lâmpada 1 (U_1); da lâmpada 2 (U_2) e nos terminais da associação das lâmpadas (U).
- ✓ Na tabela de registos aponta os valores indicados em cada um dos voltímetros.



PARTE II – A corrente elétrica e a tensão na associação em PARALELO

- ✓ Monta o circuito elétrico da **figura 3**.
- ✓ Fecha o interruptor.

⇔ **O que observas?**

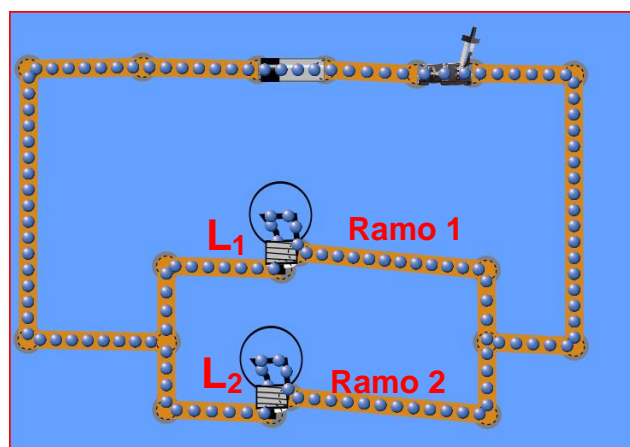


Figura 3

- ✓ Instala três amperímetros, um do ramo principal (A), outro no ramo 1 (A_1) e outro no ramo 2 (A_2).
- ✓ Na tabela de registos aponta os valores indicados em cada um dos amperímetros.
- ✓ Elimina os três amperímetros (seleciona os instrumento de medição+ botão *DEL* do teclado).
- ✓ Retoma o circuito ilustrado na figura 3.
- ✓ No menu lateral seleciona a opção “**Voltímetro**”.
- ✓ Mede a diferença de potencial nos terminais: da lâmpada 1 (U_1); da lâmpada 2 (U_2) e nos terminais da associação das lâmpadas (U).
- ✓ Na tabela de registos aponta os valores indicados em cada um dos voltímetros.



REGISTOS E AS MINHAS CONCLUSÕES...

1. Representa simbolicamente o circuito elétrico ilustrado na **figura 2**, incluindo também os três amperímetros e os três voltmíetros.

2. Representa simbolicamente o circuito elétrico ilustrado na **figura 3**, incluindo também os três amperímetros e os três voltmíetros.

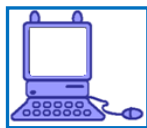
3. Completa a seguinte tabela:

PARTE	Corrente elétrica (A)	Relação das correntes elétricas (colocar =, +, -, ÷ ou x)	Diferença de potencial (V)	Relação das tensões (colocar =, +, -, ÷ ou x)
I (Série)	$I_1 = \dots$ $I_2 = \dots$ $I_3 = \dots$	$I_1 \dots I_2 \dots I_3$	$U = \dots$ $U_1 = \dots$ $U_2 = \dots$	$U \dots U_1 \dots U_2$
II (Paralelo)	$I = \dots$ $I_1 = \dots$ $I_2 = \dots$	$I \dots I_2 \dots I_3$	$U = \dots$ $U_1 = \dots$ $U_2 = \dots$	$U \dots U_1 \dots U_2$

Tabela 1

4. Indica as vantagens da instalação em paralelo dos recetores elétricos.
-
5. Indica em que circuito elétrico (**figura 2** ou **figuras 3**) as lâmpadas brilham mais. Justifica a tua resposta.
-

FIM



RESE 4 – MULTÍMETRO DIGITAL E RESISTÊNCIA ELÉTRICA



INTRODUÇÃO

Com a exploração do *software* educativo que te é proposto, terás a possibilidade de compreender como é possível medir a resistência elétrica de um condutor e recordar as regras de utilização de amperímetros e voltímetros.

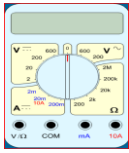
Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões e a responderes a um conjunto de questões.



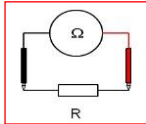
ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a estas aplicações educativas deverás escrever os seguintes endereços no navegador da internet:

http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/multimeter.htm



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...



PARTE I – MEDIÇÃO DIRETA

- ✓ Faz deslizar o seletor do multímetro digital para a função de **ohmímetro** (figura 1), começando por escolher o alcance superior e sucessivamente experimenta alcances menores.

- ✓ Lê no *display* do multímetro digital os valores da resistência elétrica do condutor.

⇒ Qual o alcance que te permite obter uma medição mais rigorosa?

⇒ Qual é o valor mais rigoroso (ou seja, com menor incerteza) para a resistência do condutor?

⇒ Assinala, na figura 1, os terminais do multímetro que permitiram o estabelecimento da ligação com os terminais da resistência elétrica.

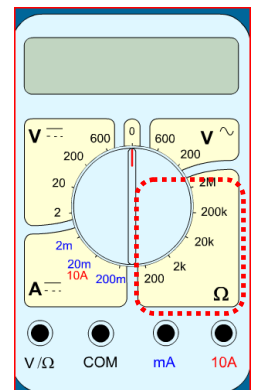
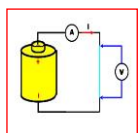


Figura 1



PARTE II – MEDIÇÃO INDIRETA

- ✓ Faz deslizar o seletor do multímetro digital para a função de **voltímetro em corrente contínua** (figura 2), começando por escolher o alcance superior e sucessivamente experimentado alcances menores, por forma a obteres uma medição mais rigorosas quanto possível.

- ✓ Observa no *display* do multímetro digital os valores da diferença de potencial ou tensão (U) nos terminais do condutor.

⇒ Qual o alcance que te permite obter uma medição mais rigorosa?

⇒ Qual é o valor mais rigoroso ou seja, menor incerteza para a tensão aos terminais do condutor? _____

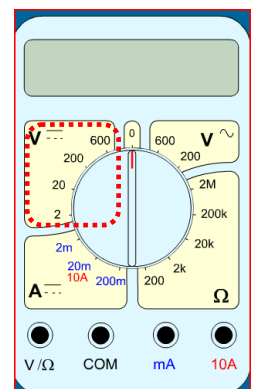


Figura 2

⇔ Quais são os componentes que constituem o circuito elétrico apresentado?

⇔ Assinala, na figura 2, os terminais do multímetro que permitiram o estabelecimento da ligação com os terminais da lâmpada.

- ✓ Faz deslizar o seletor para a função de **amperímetro** (figura 3), começando por seleccionar o alcance de 10 A e vai sucessivamente escolhendo alcances menores, por forma a obteres uma medição mais exata quanto possível. (Após a seleção dos diversos alcances terás de pressionar o interruptor).

⇔ Qual o alcance que te permite obter uma medição mais rigorosa? ____

⇔ Qual é o valor indicado no *display* do multímetro digital? ____

⇔ Assinala, na figura 3, os terminais do multímetro que permitiram o estabelecimento da ligação ao interruptor e à lâmpada.

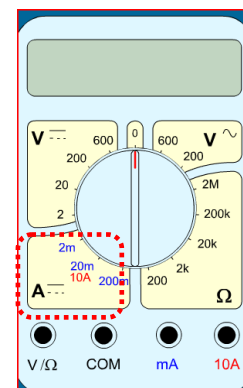


Figura 3



REGISTOS E AS MINHAS CONCLUSÕES...

1. Completa a seguinte tabela:

PARTE	Valores obtidos (SI)	Representação esquemática da montagem experimental	Cálculo da resistência elétrica da lâmpada
I	$R = \dots\dots$		..... (Não fazer)
II	$U = \dots\dots$ $I = \dots\dots$		

Tabela 1

2. Completa as seguintes frases, de forma a torná-las cientificamente corretas:

A - A palavra resistência é usada com dois significados diferentes: - para indicar a propriedade que os condutores têm de se _____ à passagem da corrente elétrica; - para designar _____ que se _____ à passagem de corrente elétrica.

B – O valor da resistência elétrica pode ser medido diretamente com um _____ e este instala-se em _____.

C – A diferença de potencial pode ser medida com um _____ e este instala-se em _____.

D – A corrente elétrica pode ser medida com um _____ e este instala-se em _____.

3. Para cada uma das frases seguidamente apresentadas, seleciona a opção que as torna cientificamente corretas:

A – Em circuito aberto, a corrente elétrica é **diferente de zero/ igual a zero**.

B – Nos terminais de um fio condutor ou de um interruptor a diferença de potencial é **diferente de zero/ igual a zero**.

C – Os materiais bons condutores de eletricidades apresentam **elevado/ baixo** valor de resistência elétrica.

FIM



RESE 5 – LEI DE OHM



INTRODUÇÃO

Com a exploração do *software* educativo que te é proposto, terás a possibilidade de compreender a lei formulada por um físico e matemático de origem alemã – George Simon Ohm.

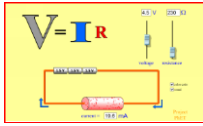
Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões e a responder a um conjunto de questões.



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa, deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ohms-law



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

TUTORIAL DA SIMULAÇÃO

- ✓ Selecciona a opção **Use Já!** e de seguida a clica em OK, para abrir a simulação.
- ✓ Analisa com atenção a **figura 1**, que traduz a legenda de cada um dos comandos disponibilizados e cuja explicação detalhada se encontra na **tabela 1**.

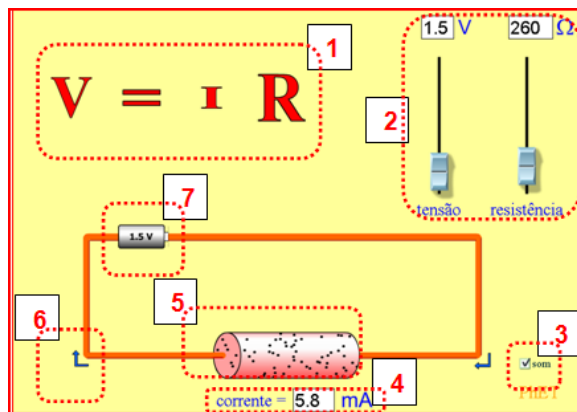



Figura 1 – Layout do software

Comando	Funcionalidade
1	Expressão matemática que traduz a relação entre as grandezas física I , U e R . (O tamanho das letras varia de acordo com a intensidade das respetivas grandezas físicas).
2	Cursors de variação da diferença de potencial e da resistência elétrica. (Os respetivos valores são expressos nas unidades do Sistema Internacional).
3	Seleccionador da emissão de um sinal sonoro.
4	Indicador do valor da corrente elétrica, expresso em miliamperes (mA).
5	Condutor elétrico, com indicação dos portadores de carga elétrica.
6	Sentido convencional da corrente elétrica.
7	Fonte(s) de tensão.

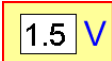
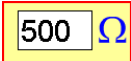
Tabela 1 – Funcionalidade de cada comando

(Considera que a temperatura é constante).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- ✓ Ativa a opção:  som.
- ✓ Faz deslizar o cursor da variação da resistência elétrica, para valores sucessivamente maiores.
 ⇔ **Que modificações ocorrem no circuito elétrico?**

- ⇔ **Indica como varia a corrente elétrica, à medida que aumenta a resistência elétrica.**

- ✓ Seleciona as opções:  e  para a “tensão” (ou diferença de potencial) e a “resistência”.
- ✓ Regista na **tabela 1** o valor da diferença de potencial e da corrente elétrica, expressas na unidade do Sistema Internacional (SI).
- ✓ Faz aumentar a “tensão” (diferença de potencial) de forma a que surjam no circuito elétrico pilhas de 1,5 V, associadas em série.
- ✓ Regista na **tabela 1** os respetivos valores da diferença de potencial e da corrente elétrica, expressas na unidade do Sistema Internacional (SI), para cada uma das associações em série.
 ⇔ **Explica como varia a corrente elétrica, à medida que aumenta a diferença de potencial.**



RESULTADOS E AS MINHAS CONCLUSÕES...

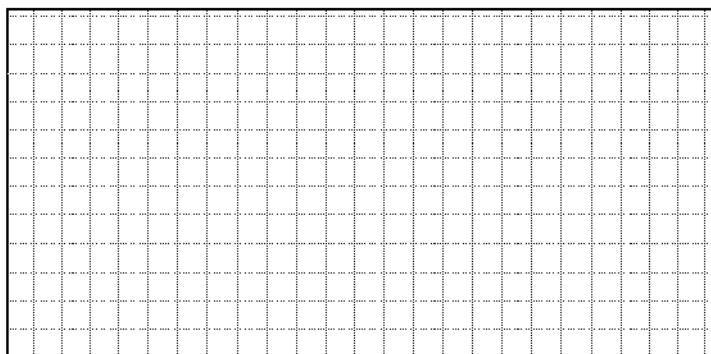
1. Completa o preenchimento da tabela 1:

$R (\Omega)$	N.º de pilhas	$U (V)$	$I (A)$	U/I (unidade SI)	Esquema do circuito elétrico
500	0	0	0	.....	.....
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				

Tabela 1

2. O que traduz o quociente entre U e R ? Esse quociente é constante (a temperatura constante)?
-

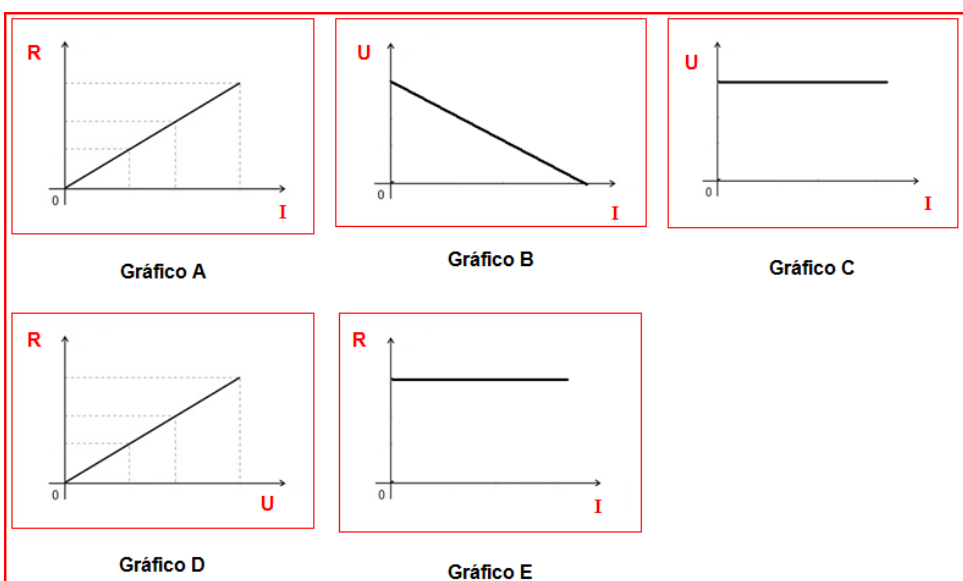
3. Constrói o gráfico de $U = f(I)$.



4. Completa as seguintes frases, de forma a torná-las cientificamente corretas.

- A- Há condutores cuja _____ tem sempre o mesmo valor, qualquer que seja o circuito elétrico onde estão instalados, não dependendo da corrente e da diferença de potencial a que estão sujeitos – designam-se por _____ ou _____.
- B- Outros condutores têm _____ diferentes em circuitos elétricos diferentes – são _____.

5. Indica o gráfico que corresponde a um **condutor óhmico**.





RESE 6 – REÓSTATO



INTRODUÇÃO

Com a exploração do *software* educativo que te é proposto, terás a possibilidade de compreender o princípio de funcionamento subjacente a alguns interruptores, bem como ao botão de controlo dos aquecedores.

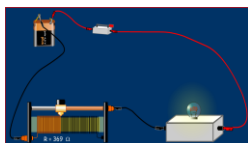
Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/resistance_ohm_law_3.htm



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

TUTORIAL DA SIMULAÇÃO

Informação adicional relativamente aos reóstatos:

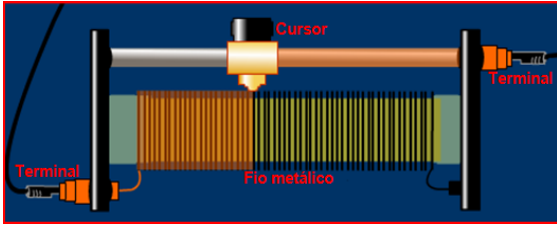
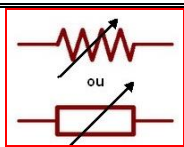
REÓSTATO	
Caracterização	<p>Dispositivo cujo princípio de funcionamento se baseia na variação da resistência do condutor com o seu comprimento. Tem na sua constituição um fio metálico, enrolado em hélice e revestido por um verniz isolador. O cursor móvel permite fazer variar o comprimento do fio condutor no circuito elétrico.</p> 
Simbologia internacional	
Aplicações	<p>Interruptores de luzes; “controladores” de aquecimentos e controlos de velocidade de motores.</p>

Tabela 1 - Layout do software e caracterização do reóstato

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

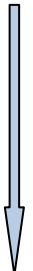
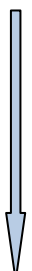
- ✓ Considera o circuito elétrico apresentado.
 ⇔ **Descreve a constituição do circuito.**

- ✓ Desloca gradualmente o cursor do reóstato para a direita.
 ⇔ **Descreve como variam o brilho da lâmpada, o valor da resistência elétrica e o comprimento do fio condutor do reóstato.**



AS MINHAS CONCLUSÕES...

1. Completa os espaços em falta com uma das seguintes palavras: “**manteve-se**”, “**diminuiu**” “**aumentou**”.

$R (\Omega)$	Comprimento do fio condutor	Brilho da lâmpada
0		
1 000		

2. Representa na **figura 1**, por ação de setas, o sentido real da passagem da corrente elétrica.

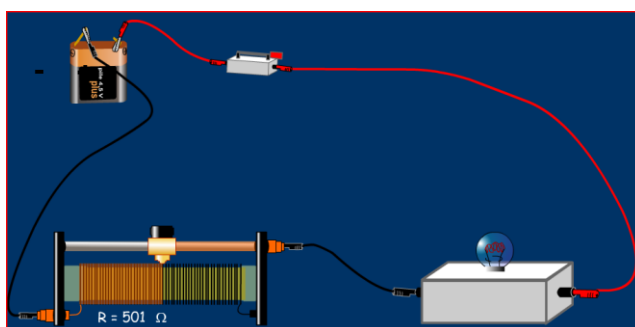


Figura 1 – Circuito elétrico da animação

3. Esquematiza o circuito elétrico da **figura 1**, recorrendo à simbologia internacional.

4. Explica por que motivo o filamento de tungsténio das lâmpadas incandescentes se encontra enrolado em hélice.





RESE 7 – CHOQUES ELÉTRICOS



INTRODUÇÃO

Com a exploração do *software* educativo que te é proposto, terás a possibilidade de compreender como ocorrem os choques elétricos e os efeitos que eles provocam. Além disso, irás aprender por que motivo os pássaros não apanham choque elétrico quando se encontram pousados nos cabos de alta tensão. Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões e a responderes a um conjunto de questões.




ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://trad.fis.unb.br/rived/oa/choque/choque.html>



VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...


- ✓ Clica na opção: .
- ✓ Seleciona a hipóteses cientificamente correta.
- ✓ Seleciona a seta que te irá permitir avançar.
- ✓ Lê o texto apresentado e responde às seguintes questões.

⇔ **Em que consiste um choque elétrico?**


⇔ **Quais as possíveis consequências de um choque elétrico?**

⇔ **O que determina as consequências de um choque elétrico?**

⇔ **Explica, por palavras tuas, por que motivo o pássaro não apanha um choque quando se encontra pousado num cabo de alta tensão.**

- ✓ Seleciona a opção: .

⇔ **Como explicas que nós possamos apanhar um choque elétrico?**


- ✓ Seleciona a opção:  e analisa com atenção o conteúdo das tabelas.


⇔ **Estabelece a correspondências entre os elementos das duas colunas**

I (mA)	
A-	1
B-	1- 9
C-	9 – 20
D-	20 – 100
E-	> 100
F-	Vários ampères

Perturbações prováveis
1- Asfixia imediata e queimaduras graves.
2- Nenhuma.
3- Sensação dolorosa, contração violenta e perturbações circulatórias.
4- Asfixia imediata, fibrilação ventricular.
5- Sensação gradualmente desagradável à medida que a intensidade aumenta. Contrações musculares.
6- Sensação insuportável, contrações violentas, asfixia, perturbações circulatórias graves, inclusive fibrilação ventricular.

$I(\text{mA})$	A	B	C	D	E	F
Perturbações prováveis						

- ✓ Selecciona a opção:  e observa o mecanismo de passagem de corrente elétrica em alguns condutores.

- ✓ Selecciona a opção: .



⇔ **Completa as seguintes frases, utilizando alguns termos da chave de resposta.**

(Informação adicional: Nesta animação, quando se indica “umidade”, deve ler-se “**humidade**” e a “tensão” refere-se à **diferença de potencial**).

“A pele do nosso corpo tem uma determinada _____ (____) à passagem da corrente elétrica (medida em _____), que vai depender da _____. Quanto maior a _____, _____ a sua _____.”


“A _____ é diretamente proporcional à _____ (____), medida em _____ (____). E a constante de proporcionalidade é o inverso da _____.”

(Chave de resposta: “**R; U; I; volts, Ω ; V; A; resistência; corrente elétrica; diferença de potencial; maior; menor; diretamente proporcional; inversamente proporcional, humidade**”).

- ✓ No jogo que te será apresentado, selecciona as setas do teclado do computador, de forma a deslocares a menina para as proximidades de cada um dos eletrodomésticos e analisares a nota explicativa do motivo do choque elétrico.
- ✓ Inicia o jogo, seleccionando  sempre que a opção seja verdadeira e  para o caso de traduzir uma incorreção científica.



AS MINHAS CONCLUSÕES...

1. Retoma o jogo e regista apenas as frases cientificamente corretas (.

FIM



RESE 8 – FUSÍVEIS



INTRODUÇÃO

Com a exploração do *software* educativo que te é proposto, terás a possibilidade de compreender por que é que nos contadores antigos, por vezes, havia a necessidade de trocar os fusíveis.

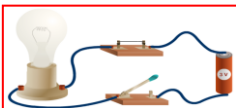
Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

http://www.infopedia.pt/mostra_recurso.jsp?recid=654&docid=6952700

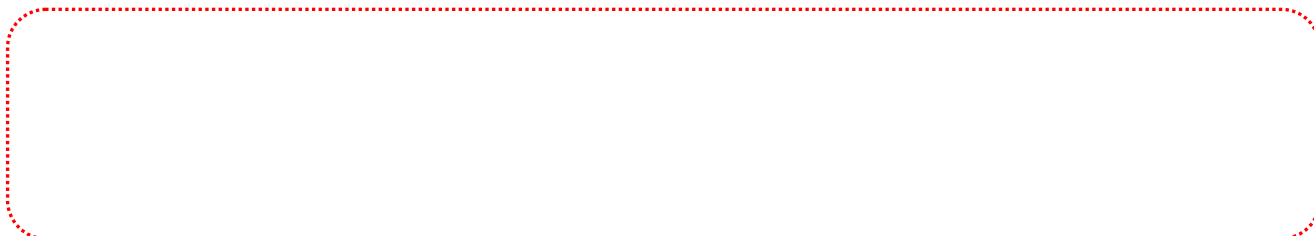


VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

- ✓ Observa o circuito interativo apresentado.
- ⇔ **Indica os componentes que o constituem.**

⇔ **Esquematiza o circuito elétrico apresentado, recorrendo à simbologia internacional.**

(Informação adicional: Nesta animação é-te facultada a simbologia do interruptor aberto, pilha e fusível).



- ✓ Selecciona a opção: (Ligar/ desligar).

⇔ Descreve as alterações observadas no circuito elétrico.

- ✓ Faz deslocar para baixo o cursor da **figura 1**, de forma a aumentares sucessivamente a diferença de potencial da pilha.

⇔ O que observas na lâmpada e no fusível, quando...

... $U = 3,0 \text{ V}$ _____
 ... $U = 4,5 \text{ V}$ _____
 ... $U = 9,0 \text{ V}$ _____
 ... $U = 18,0 \text{ V}$ _____

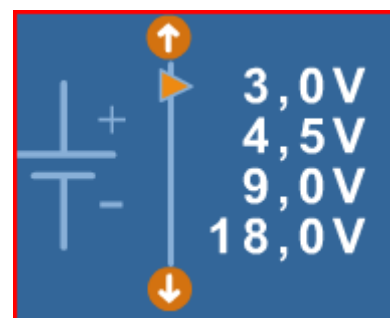


Figura 1



AS MINHAS CONCLUSÕES...

1. Explica, por palavras tuas e recorrendo a linguagem científica, por que motivo nos contadores antigos os fusíveis se danificavam.

FIM



RESE 9 – EFEITOS PRODUZIDOS PELA CORRENTE ELÉTRICA



INTRODUÇÃO

A passagem da corrente elétrica produz efeitos que traduzem vantagens notórias no nosso dia-a-dia.

Por exemplo, na **indústria química**, inúmeros metais valiosos, como o ouro e a prata, são obtidos através de reações químicas, desencadeadas pela passagem da corrente elétrica – eletrólise.

As aplicações do **efeito magnético** da corrente elétrica também são diversas: disjuntores que protegem os circuitos elétricos, motores elétricos, balanças de precisão, etc.

Os disjuntores eletromagnéticos têm o seguinte princípio de funcionamento: quando um circuito elétrico fica submetido a uma sobrecarga de corrente, é induzida no magnete a uma corrente muito intensa, que é responsável pelo disparo do interruptor. Desta forma, o interruptor do disjuntor protege os eletrodomésticos de situações com correntes elétricas excessivas.

Uma aplicação do **efeito térmico** da passagem da corrente elétrica é o fusível. Estes são constituídos por um filamento metálico muito fino e quando são atravessados por correntes elétricas muito elevadas, este funde, interrompe o circuito elétrico e permite que os eletrodomésticos não se danifiquem.

Com a exploração do *software* educativo que te é proposto, terás a possibilidade de compreender os efeitos da passagem da corrente elétrica.

Neste Roteiro de Exploração de *Software* Educativo (**RESE**) serás convidado(a) a acionar alguns botões e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NA SIMULAÇÃO

Para acederes a esta aplicação educativa, a professora deverá abrir o manual digital, na **página 112**.

VAMOS EXPLORAR A SIMULAÇÃO...

1. Identifica os efeitos da passagem da corrente elétrica.

Parte I – Efeito Fisiológico da corrente elétrica

EFEITO FISIOLÓGICO
NO CORPO HUMANO

Selecione a opção

2. Identifica de que fatores dependem os efeitos da passagem da corrente elétrica.

3. Consulta a tabela 2.5 da página 100 (manual adotado), para identificares um outro fator de que depende o efeito da passagem da corrente elétrica.

Parte II – Efeito Químico da corrente elétrica

EFEITO QUÍMICO

Selecione a opção

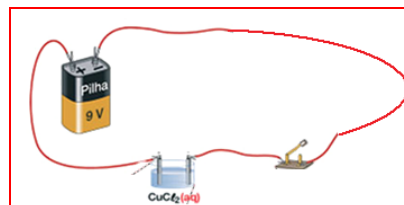


Figura 1

4. Que substâncias se formaram em cada um dos eletrodos de grafite?

5 Que transformações de energia ocorrem no interior do gobelé.

Parte III – Efeito Magnético da corrente elétrica

Selecione a opção

EFEITO MAGNÉTICO

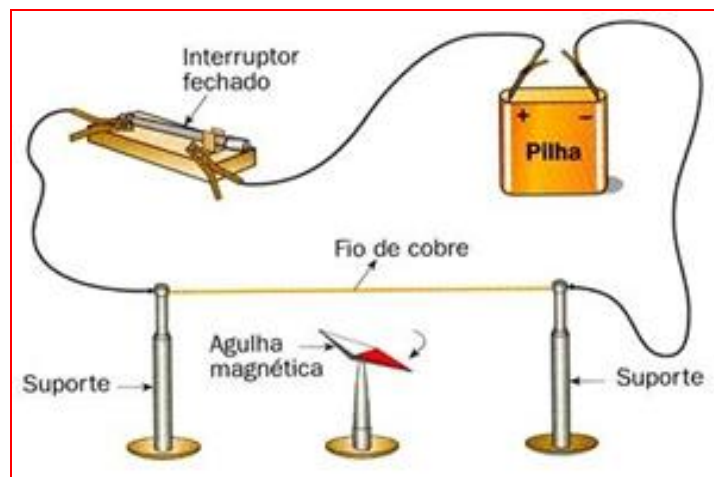


Figura 2

6. Que alterações observas quando se fecha o interruptor?

7. Que alterações verificas no comportamento da agulha magnética quando se trocam as ligações nos polos da pilha.

Parte III – Efeito Térmico da corrente elétrica

EFEITO TÉRMICO

Selecione a opção

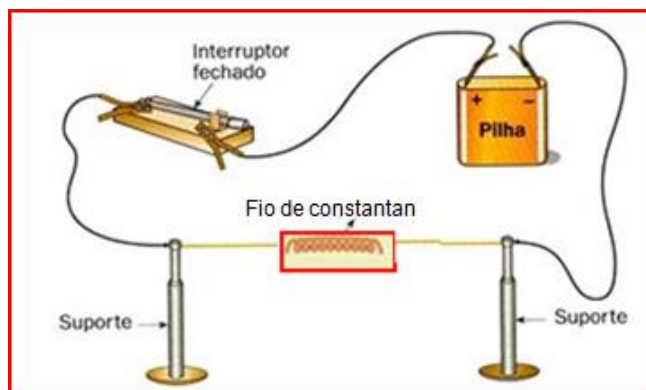


Figura 3

8. Que transformações de energia ocorrem no fio de constantan?

AS MINHAS CONCLUSÕES...

9. Estabelece a relação entre os elementos das colunas I e II.

Coluna I	Coluna II
4. Efeito químico	D. Nos recetores, a energia elétrica transforma-se em energia térmica, por efeito de Joule.
5. Efeito térmico	E. Sempre que há passagem de corrente elétrica através de uma solução aquosa que contém iões, ocorrem transformações junto dos eléctrodos.
6. Efeito magnético	F. A corrente elétrica num condutor cria à sua volta um campo magnético, pois a agulha sofre um desvio.

Coluna I	1	2	3
Coluna II			

10. Responde às seguintes questões motivadoras.

10.1. Que tipo de consequências (desejáveis ou não) pode ter a passagem de corrente elétrica num determinado condutor?

10.2. Um secador de cabelo tem por base que efeito da passagem da corrente elétrica?

FIM

ANEXO B.3

ROTEIROS DE EXPLORAÇÃO DE VÍDEO EDUCATIVO



REVE 1 – PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo aos processos de eletrização irá permitir-te consolidar as aprendizagens abordadas nas aulas de CFQ.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <https://www.youtube.com/watch?v=K9J-2m8pgj4> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<https://www.youtube.com/watch?v=K9J-2m8pgj4>



QUESTÕES

✓ Após a exploração do segmento do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

EXPERIÊNCIA 1

1. Na **experiência 1** o processo de eletrização efetuado é por:

☐ contacto.

☐ indução.

☐ atrito.

(Selecione a opção correta).

2. O que se observou quando o professor Amadeu aproximou um plástico dos pedacinhos de papel?

3. O que se sucedeu quando o professor Amadeu aproximou o plástico eletrizado dos pedacinhos de papel?

EXPERIÊNCIA 2

4. Na **experiência 2** o processo de eletrização efetuado é por:

☐ contacto.

☐ indução.

☐ atrito.

(Selecione a opção correta).

5. O que se observou quando o professor Amadeu aproximou um plástico da lata metálica?
-
6. O que se sucedeu quando o professor Amadeu aproximou o plástico eletrizado da lata metálica? Apresenta uma justificação científica para o sucedido.
-
-

EXPERIÊNCIA 3

7. Na **experiência 3** o processo de eletrização efetuado é por:
- ☐ contacto.
- ☐ indução.
- ☐ atrito.
- (Selecione a opção correta).
8. O que se observou quando o professor Coustean aproximou um “canudo” da parede?
-
9. O que se sucedeu quando o professor Coustean aproximou o “canudo” eletrizado da parede? Apresenta uma justificação científica para o sucedido.
-
-

EXPERIÊNCIA 4 – GERADOR DE VAN DE GRAAFF

10. Explica, recorrendo a linguagem científica, como se processa o mecanismo de eletrização da cúpula de metal do gerador de Van de Graaff.
-
-

11. O que sucede quando o professor Edemerson coloca uma das mãos em contacto com a cúpula do gerador de Van de Graaff e a outra nas proximidades dos pedacinhos de papel? Como explicas o sucedido?

EXPERIÊNCIA 5

12. Na **experiência 5** o processo de eletrização efetuado é por:

☐ contacto.

☐ indução.

☐ atrito.

(Seleciona a opção correta).

FIM



REVE 2 – HISTÓRIA DE ELETRICIDADE



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo à “eletricidade no céu” irá permitir-te consolidar as aprendizagens abordadas nas aulas de CFQ.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <https://www.youtube.com/watch?v=Q13Lwj3sAfU> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<https://www.youtube.com/watch?v=Q13Lwj3sAfU>



QUESTÕES

✓ Após a exploração do segmento do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica. (As questões apresentadas apenas se reportam à parte do filme compreendida entre o seguinte intervalo de tempo [19:49; 28:18]).

1. Quais eram as potencialidades da eletricidade que se reconheciam até à data?

2. Quais eram, naquela época, os mistérios por desvendar acerca da eletricidade?

3. Que pessoa deu um grande contributo para desvendar os mistérios da eletricidade?

4. O que é que essa pessoa, referida na questão 4, tentou explicar?

5. Descreve uma das famosas imagens científicas do século XVIII, associadas à pessoa referida na questão 4.

6. Qual o objetivo e respetivas conclusões da realização da experiência descrita na questão anterior?

FIM



REVE 3 – A ELETRICIDADE VISTA PELOS CURIOSOS



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo as aplicações da eletricidade irá permitir-te desvendar como é possível gerar energia elétrica recorrendo a materiais de uso corrente, perceber o princípio de funcionamento do eletrocardiograma, que os seres vivos também podem gerar corrente elétrica e muito mais...

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=THZJXYyZQAs> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão com o teu colega de grupo.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=THZJXYyZQAs>



QUESTÕES

✓ Após a exploração do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Indica algumas das aplicações práticas do uso da eletricidade referidas no vídeo.

2. Descreve a experiência apresentada que permite gerar corrente elétrica.

3. Explica a razão pela qual na experiência referida na questão anterior, houve necessidade de associar em série (tipo de ligação em que há só um caminho para a passagem da corrente elétrica) mais que um limão.

4. Indica um componente que é usado para gerar energia elétrica de forma mais eficiente.

5. Como é que os curiosos da equipa azul conseguiram provar que o nosso corpo gera impulsos elétricos?

6. Qual é o desafio da equipa preta?

7. Descreve como é que a equipa preta resolveu o seu desafio?

8. Qual a transformação de energia ocorrida num alternador em movimento de um veículo ou de uma central hidroelétrica (designada no vídeo de “usina elétrica”)?

9. Qual a técnica sugerida para ligar uma lâmpada, em alternativa a colocá-la ligada diretamente ao corpo do Caio?

FIM



REVE 4 – FENÓMENO ELETRIZANTE



INTRODUÇÃO

Com a visualização deste vídeo irás desvendar como é que Benjamin Franklin, cientista do século XVIII, apaixonado pelos mistérios da eletricidade, concluiu que a trovoada não era mais que uma consequência de descargas elétricas entre nuvens eletrizadas.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=05plaPzIP98> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões. Porém, como o vídeo carece de uma explicação, apelava à tua capacidade de observação e ao teu espírito crítico.



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=05plaPzIP98>



QUESTÕES

✓ Após a exploração do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Descreve a experiência (supostamente) realizada por Benjamin Franklin, num dia de trovoadas.

2. Indica o que colocou na extremidade do cordel. Por que o terá feito?

3. Descreve as consequências da referida experiência.

4. Indica o meio de propagação da corrente elétrica.

5. Parece-te estranho que, com a realização desta experiência, Benjamin Franklin não tenha morrido eletrocutado? **Justifica** a tua resposta.

FIM



REVE 5 – TENSÃO (ou DIFERENÇA DE POTENCIAL) entre dois pontos



INTRODUÇÃO

Os vídeos educativos alusivos à noção de tensão elétrica irão permitir-te consolidar as aprendizagens relativas à caracterização dos componentes elétricos que constituem um circuito, o sentido real e convencional da passagem da corrente elétrica e clarifica o conceito de diferença de potencial.

De forma a poderes visualizar os vídeos, deverás aceder aos seguintes endereços da internet:

<https://www.youtube.com/watch?v=Sw2kuiTgmbc> e

<https://www.youtube.com/watch?v=TPmTpKwGWwE>.

Sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NOS VÍDEOS

Para acederes a estes vídeos educativos deverás escrever os seguintes endereços no navegador da internet:

<https://www.youtube.com/watch?v=Sw2kuiTgmbc> (**Parte I**)

<https://www.youtube.com/watch?v=TPmTpKwGWwE> (**Parte II**)



QUESTÕES

- ✓ Após a exploração dos vídeos, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

PARTE I



ERRATA DO VÍDEO:

- ⇔ No vídeo chama-se bateria à **pilha**.
- ⇔ Quando se diz “soquete da lâmpada”, quer-se dizer “**casquilho da lâmpada**”.
- ⇔ Quando se diz “jaule”, pretende-se dizer “joule”.

1. Descreve o procedimento efetuado para fazer a lâmpada acender.

2. Representa na **figura 1** o que respondeste na questão anterior.

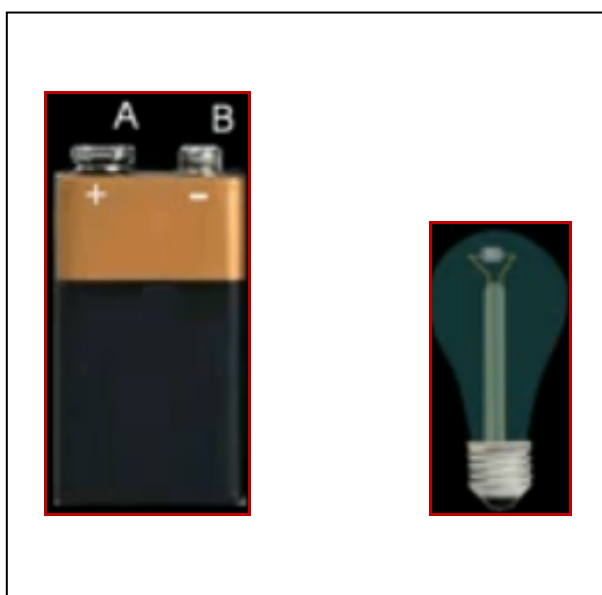


Figura 1

3. Como se representa simbolicamente a diferença de potencial?

4. Como se define a diferença de potencial?

5. Representa na **figura 1**, por ação de uma seta, o sentido do movimento dos eletrões livres, quando há passagem da corrente elétrica, no circuito fechado.

6. Indica em que posição (**H** ou **0**), da **figura 2**, o valor da energia potencial gravítica (E_p) é superior? Em que sentido se movimenta a bola?

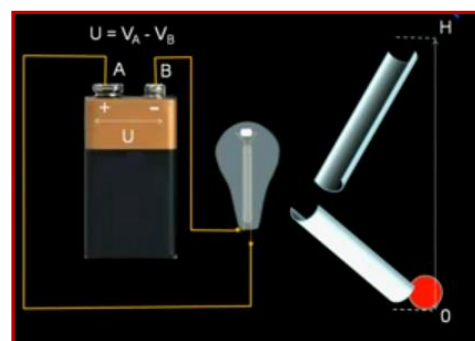


Figura 2

7. Explica a relação entre o modelo mecânico apresentado e o sentido convencional da corrente elétrica no circuito.

8. Descreve as transformações de energia ocorridas no circuito elétrico apresentado no vídeo.

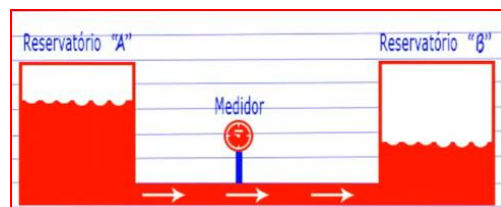
9. Qual é a unidade do Sistema Internacional (SI) de diferença de potencial?

PARTE II

10. Na frase apresentada, das opções apresentadas, seleciona a que a torna cientificamente correta.

A corrente elétrica “força” o deslocamento dos protões/ eletrões/ neutrões, do terminal negativo para o positivo/ do terminal positivo para o negativo.

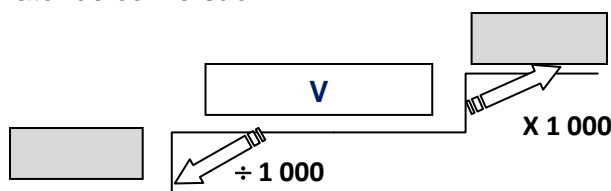
Fazendo uma analogia hidráulica do movimento dos protões/ eletrões/ neutrões num fio condutor e o deslocamento da água entre dois reservatórios que possuem níveis diferentes, podemos concluir que esta flui do que possui mais/ menos água para o que possui mais/ menos água. Quando o nível de água em ambos os reservatórios se iguala, continua/ termina o fluxo de água.



Também nas fontes de energia, o polo negativo caracteriza-se por um excesso/ défice de eletrões e o polo positivo por um excesso/ défice de eletrões. Dessa forma, enquanto houver carga elétrica na fonte de energia, o potencial (ou diferença de potencial) será mantido e haverá/ não haverá fluxo de corrente elétrica.



11. Completa o seguinte esquema, identificando o múltiplo e o submúltiplo do volt (V) e o respetivo fator de conversão.



12. Indica o nome do equipamento que permite a medição da diferença de potencial aos terminais de uma fonte ou de um recetor. _____

FIM



REVE 6 – PILHA DE VOLTA



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo à pilha de Volta irá permitir-te desvendar a descoberta realizada por um físico ilustre do século XVIII.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=IQmtYj3r3mE> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=IQmtYj3r3mE>



QUESTÕES

- ✓ Após a exploração do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

INFORMAÇÃO ADICIONAL DO VÍDEO:



⇔: A grandeza física **diferença de potencial** também é por vezes designada de tensão elétrica.

1. Qual o nome do físico referido no vídeo, que se notabilizou no século XVIII, por ter feito uma grande descoberta?

2. Que procedimento efetuou esse físico para que a diferença de potencial entre as placas metálicas duplicasse?

3. Quando se ligou a pilha de Volta ao aparelho de medição (**voltímetro**), que alteração se registou no respetivo *display*?

4. Que solução foi usada para favorecer a passagem da corrente elétrica? Qual(ais) a(s) vantagem(ns) da sua utilização?

5. Efetua a legenda da **figura 1**, de forma a descreveres a constituição da pilha de Volta.

A - _____

B - _____

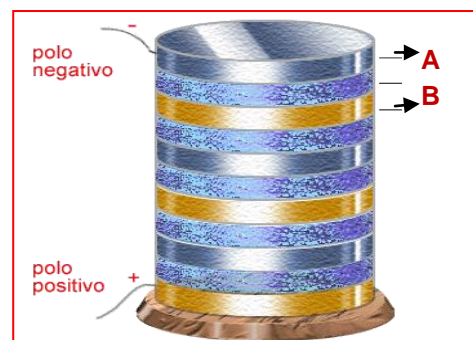


Figura 1 – Pilha de Volta

FIM



REVE 7 – SEGUIR A CORRENTE ELÉTRICA



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo à corrente elétrica irá permitir-te clarificar este conceito físico e compreender o que está para além da visão humana.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=53xlchCzzro&list=PLE836ACC98DBA6BE4&index=1> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=53xlchCzzro&list=PLE836ACC98DBA6BE4&index=1>

(As questões que seguidamente te serão apresentadas, versam sobre a fração do vídeo até ao instante 6:16)



QUESTÕES

✓ Após a exploração do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.



- A grandeza física **corrente elétrica** deverá ser representada pela letra “ I ” e não “ i ”.
- Onde se lê “*électrons*”, deve ler-se “**elétrões**”.
- Neste vídeo é dito que nas **soluções aquosas**, os **portadores de carga elétrica** são os iões e os elétrões, quando deviam dizer que são os iões (catiões e aniões).

1. Quem são os portadores de carga elétrica nos metais?

2. Estabelece a ligação entre as imagens da coluna I, com os elementos da coluna II.

	Coluna I	Coluna II
A.		<p>1. Movimento ordenado dos elétrões.</p> <p>2. Movimento desordenado dos elétrões.</p>
B.		<p>3. Circuito aberto.</p> <p>4. Circuito fechado.</p>

Coluna I	A	B
Coluna II		

3. Como se define a corrente elétrica?

4. Qual é a unidade do Sistema Internacional (SI) da corrente elétrica?



A **corrente elétrica mais intensa** não significa que estejam a circular mais elétrões no circuito. O número de **elétrões** é o mesmo, apenas estes **circulam mais depressa**.

A **corrente elétrica não se gasta**, a **energia** é que se **dissipa**, pois é transferida para outros elementos do circuito elétrico.

FIM



REVE 8 – RESISTÊNCIA ELÉTRICA



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo alusivo à resistência elétrica irá permitir-te clarificar este conceito físico e compreender o que está para além da visão humana.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=24i6N4t6zl8> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=24i6N4t6zl8>



QUESTÕES

✓ Após a exploração do vídeo, responde às questões que te são colocadas, utilizando para tal uma linguagem científica.

1. Completa a seguinte tabela:

Circuito elétrico	U^* (V)	I^* (A)	Relação entre...	
			I e brilho da lâmpada	I e R^*

(* U = Diferença de potencial; I = Corrente elétrica; R = Resistência elétrica).

Tabela 1

2. Como se define a resistência elétrica de um condutor?

3. Completa a seguinte tabela:



Grandeza física	Unidade do SI	Representação simbólica internacional para a resistência elétrica
Resistência elétrica (R)		 Europa U.K.  América Japão

Tabela 2

4. Em cada uma das frases seleciona a opção que a torna cientificamente correta:

- A- A resistência elétrica e a corrente elétrica são grandezas físicas inversamente/diretamente proporcionais.
- B- A diferença de potencial e a corrente elétrica são grandezas físicas inversamente/diretamente proporcionais.
- C- A expressão matemática que traduz a relação entre R , I e U é: $R=U/I$; $R=UI$; $R=I/U$.

5. Completa a seguinte tabela:

	Nome	Símbolo	Como se relaciona com o ohm
Múltiplo		$k\Omega$	$1 k\Omega = \dots\dots\dots \Omega$
Submúltiplo		$m\Omega$	$1 m\Omega = \dots\dots\dots \Omega$

Tabela 3

6. Indica como se designa o instrumento que permite medir, de forma direta, o valor da resistência elétrica de um condutor.

ERRATA DO VÍDEO:



- ⇔ A **Unidade do Sistema Internacional de Resistência Elétrica** deve escrever-se **ohm** e não “Ohm”, uma vez que deriva do apelido de um físico alemão, George Simon Ohm.
- ⇔ A **representação simbólica da resistência elétrica** é a indicada na tabela 2 da RESE e não a que é indicada no vídeo.
- ⇔ No vídeo onde se lê “aparelho de medida da resistência elétrica”, deve ler-se **instrumento de medição da resistência elétrica**.

FIM



REVE 9 – DICAS DE SEGURANÇA



INTRODUÇÃO

O conjunto de vídeos educativos irá elucidar-te que o contacto com componentes elétricos acarreta perigos e como deves atuar para evitares acidentes.

De forma a poderes visualizar a série dos nove vídeos, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=hYQwbq6Giac&list=PL9A3AD2B57B046FCC>. Sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=hYQwbq6Giac&list=PL9A3AD2B57B046FCC>



QUESTÕES

✓ Após a visualização da série de 9 vídeos completa a seguinte tabela:

Identificação do vídeo	Situação de perigo	<i>O que fazer para evitar acidente</i>
1. Cuidado com o fio partido		
2. Perigo da rede elétrica para crianças		
3. Eletrodomésticos com defeito podem ser perigosos		
4. Limpeza de eletrodomésticos com segurança		
5. Perigos das subestações de energia		
6. Cuidado com o chuveiro elétrico		
7. Manutenção das estações elétricas		
8. Cuidado ao soltar “Pipas” (papagaios)		
9. Perigo com antenas perto da rede elétrica		

Tabela 1

FIM



REVE 10 – CURTO-CIRCUITO



INTRODUÇÃO

O vídeo educativo irá elucidar-te sobre o princípio físico subjacente ao curto-circuito.

De forma a poderes visualizar o vídeo, deverás aceder ao seguinte endereço da internet: <http://www.youtube.com/watch?v=gOf350Gx-0I> e sempre que necessário efetua pequenas paragens, de forma a criares um espaço de discussão.

Neste **Roteiro de Exploração de Vídeo Educativo (REVE)** serás convidado(a) a visualizar o segmento de vídeo na totalidade e a responderes a um conjunto de questões.



ENTRAR NO VÍDEO

Para acederes a este vídeo educativo deverás escrever o seguinte endereço no navegador da internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=gOf350Gx-0I>



QUESTÕES

✓ Após a visualização do vídeo responde às questões que te serão apresentadas:

1. Como se caracteriza um fio ideal?

2. Indica na **figura 1**, por ação de setas, o caminho escolhido pela corrente elétrica. Fundamenta a tua resposta, recorrendo a linguagem científica.

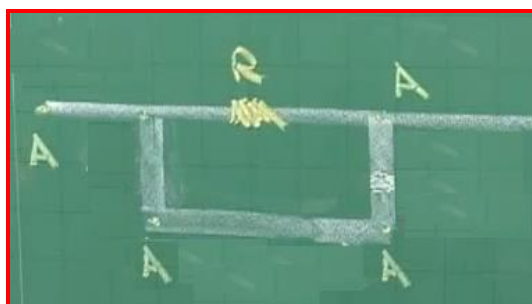
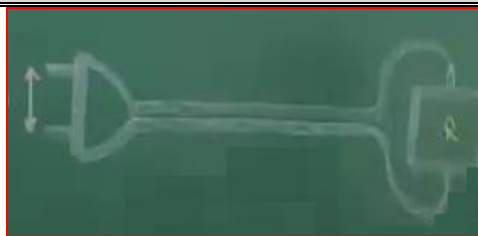
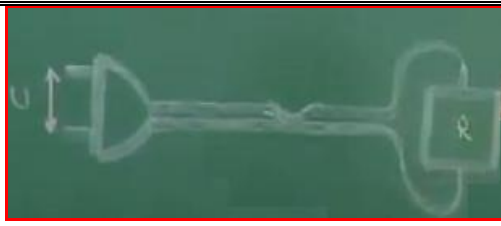


Figura 1

3. Para cada um das situações evidenciadas na **figura 2** e **3**, representa o sentido da passagem da corrente elétrica.

Situação	Representação do sentido da passagem da corrente elétrica
Componente elétrico ligado à tomada, sem o fio danificado.	 <p>Figura 2</p>
Componente elétrico ligado à tomada, com o fio danificado (o fio de cima encostado no fio de baixo).	 <p>Figura 3</p>

4. Por que motivo em situação de curto-circuito há uma probabilidade do fio começar a arder?

FIM

ANEXO B.4

QUIZZES

Quiz 1 - Corrente elétrica & Bons e maus condutores elétricos



(Para cada questão seleciona a única opção cientificamente correta).

Show questions one by one

1. Seleciona a opção cientificamente correta:



- A. ☐ A corrente elétrica "gasta-se" ao passar num circuito elétrico.
- B. ☐ As cargas que fluem num circuito elétrico são oriundas da fonte de energia.
- C. ☐ Não há corrente elétrica nos terminais de uma bateria, quando o circuito se encontra fechado.
- D. ☐ A corrente elétrica é o movimento orientado dos portadores de carga elétrica.

2. Nos condutores metálicos de cobre, os portadores de carga elétrica são...



- A. ☐ os eletrões livres.
- B. ☐ os prótons.
- C. ☐ os cátions e os aniões.
- D. ☐ os iões e os eletrões livres.

3. Nos materiais que se classificam de bons condutores elétricos...



- A. ☐ os eletrões livres não apresentam mobilidade.
- B. ☐ estes não se deixam atravessar pela corrente elétrica.
- C. ☐ os eletrões de valência encontram-se muito atraídos para o núcleo.
- D. ☐ os eletrões livres apresentam grande mobilidade.

4. Seleciona a opção que inclui apenas materiais/ reagentes bons condutores de eletricidade.



- A. ☐ Água destilada.
- B. ☐ Lã.
- C. ☐ Vidro.
- D. ☐ Grafite.

Quiz 2 - CARACTERIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS



Explora com atenção a animação com o seguinte endereço: http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/current_direction.htm, para seleccionares a opção correta.
(Tradução: invert the battery = inverte a pilha; battery = pilha; switch = interruptor).

Show questions one by one

1. A pilha transforma...



- A. ☐ energia elétrica em energia luminosa.
- B. ☐ energia elétrica em energia potencial química.
- C. ☐ energia elétrica em energia cinética.
- D. ☐ energia potencial química em energia elétrica.

2. No circuito elétrico da animação, a lâmpada incandescente emite luz e o motor entra em rotação, quando o interruptor se encontra...



- A. ☐ fechado.
- B. ☐ aberto.
- C. ☐ aberto ou fechado.

3. O motor inverte o sentido do movimento de rotação, quando se...



- A. ☐ retira a lâmpada incandescente do circuito elétrico.
- B. ☐ abre o interruptor.
- C. ☐ inverte os terminais da pilha.
- D. ☐ fecha o interruptor.

4. O sentido real da passagem da corrente elétrica é...



- A. ☐ do polo positivo para o polo negativo da pilha, sem passar por todos os componentes do circuito elétrico.
- B. ☐ do polo negativo para o polo positivo da pilha, passando por todos os componentes do circuito elétrico.
- C. ☐ do polo positivo para o polo negativo da pilha, passando por todos os componentes do circuito elétrico.
- D. ☐ do polo negativo para o polo positivo da pilha, sem passar por todos os componentes do circuito elétrico.

5. Se colocássemos o interruptor aberto na zona entre a pilha e a lâmpada incandescente, esperavas que...



- A. ☐ a lâmpada incandescente acendesse e o motor entrasse em rotação.
- B. ☐ a lâmpada incandescente acendesse, mas o motor não entrasse em rotação.
- C. ☐ a lâmpada incandescente não acendesse e o motor entrasse em rotação.
- D. ☐ a lâmpada incandescente não acendesse e o motor não entrasse em rotação.

Quiz 3 - DIFERENÇA DE POTENCIAL

(Para cada questão seleciona a única opção cientificamente correta).

Show questions one by one

1. Uma lâmpada de 3 V...



- A. ☐ irá apresentar uma luminosidade muito fraca se for ligada a uma fonte de 12 V e irá fundir se a ligarmos a uma pilha de 1,5 V.
- B. ☐ irá apresentar uma luminosidade muito fraca se for ligada a uma pilha de 1,5 V e irá fundir se a ligarmos a uma fonte de 12 V.
- C. ☐ irá apresentar uma luminosidade muito fraca, tanto se for ligada a uma fonte de 12 V, ou uma pilha de 1,5 V.
- D. ☐ irá fundir, tanto se for ligada a uma fonte de 12 V, ou a uma pilha de 1,5 V.

2. O instrumento que permite efetuar a medições da diferença de potencial aos terminais de uma fonte ou de um recetor, designa-se...



- A. ☐ ohmímetro.
- B. ☐ potenciómetro.
- C. ☐ amperímetro.
- D. ☐ voltímetro.

Quiz 4 - CORRENTE ELÉTRICA



(Para cada questão seleciona a única opção cientificamente correta).

Show questions one by one

1. Quando a corrente elétrica é mais intensa...



- A. ☐ o número de eletrões é o mesmo, apenas circulam mais depressa.
- B. ☐ estão a circular mais eletrões no circuito elétrico.
- C. ☐ não ocorre qualquer alteração.
- D. ☐ há mais eletrões a circular e a velocidade dos eletrões também aumenta.

2. O instrumento que permite efetuar a medições da corrente elétrica, designa-se...



- A. ☐ ohmímetro.
- B. ☐ potenciómetro.
- C. ☐ amperímetro.
- D. ☐ voltímetro.

Quiz 5 - ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS



Considera 3 circuitos elétricos com a seguinte constituição:

- circuito 1: pilha (4,5 V) e uma lâmpada.

- circuito 2: pilha (4,5 V) e duas lâmpadas ligadas em SÉRIE.

- circuito 3: pilha (4,5 V) e duas lâmpadas ligadas em PARALELO.

(Considera que todas as lâmpadas são iguais.)

Show questions one by one

1. Do circuito 1 para o 2, o brilho das lâmpadas incandescentes...



- A. aumentou.
- B. diminuiu.
- C. não sofreu alteração.

2. Do circuito 1 para o 2, a corrente elétrica que atravessa cada uma das lâmpadas incandescentes...



- A. aumentou.
- B. diminuiu.
- C. não sofreu alteração.

3. No circuito 2, se uma das lâmpadas for retirada, a outra...



- A. irá permanecer acesa.
- B. irá apagar.
- C. nada se pode concluir.

4. No circuito 3, se uma das lâmpadas for retirada, a outra...



- A. irá permanecer acesa.
- B. irá apagar.
- C. nada se pode concluir.

5. A diferença de potencial aos terminais de cada uma das lâmpadas, no circuito 2 é...



- A. superior a 4,5 V.
- B. inferior a 4,5 V.
- C. igual a 4,5 V.

6. A diferença de potencial aos terminais de cada uma das lâmpadas, no circuito 3 é...



- A. superior a 4,5 V.
- B. inferior a 4,5 V.
- C. igual a 4,5 V.

Quiz 6 - ASSOCIAÇÃO DE PILHAS EM SÉRIE



(Para cada questão seleciona a única opção cientificamente correta).

Show questions one by one

1. Nos comandos da televisão associamos frequentemente as pilhas em série para...



- A. ☐ aumentar a energia fornecida, por unidade de carga elétrica.
- B. ☐ diminuir a intensidade da corrente elétrica.
- C. ☐ diminuir a energia fornecida, por unidade de carga elétrica.
- D. ☐ aumentar a intensidade da corrente elétrica.

2. Para associar duas, três ou mais pilhas em série...



- A. ☐ o polo (-) de uma liga-se ao polo (-) de outra e assim sucessivamente.
- B. ☐ o polo (-) de uma liga-se ao polo (+) de outra e assim sucessivamente.
- C. ☐ o polo (+) de uma liga-se ao polo (-) de outra e assim sucessivamente.
- D. ☐ o polo (+) de uma liga-se ao polo (-) de outra, indiferentemente.

Quiz 7 - LEI DE OHM



(Para cada questão seleciona a única opção cientificamente correta).

Show questions one by one

1. A RESISTÊNCIA elétrica de um condutor metálico traduz...



- A. ☐ a quantidade de cargas elétricas que atravessam uma secção transversal por unidade de tempo.
- B. ☐ a energia transformada por unidade de carga elétrica.
- C. ☐ a oposição que os portadores de carga elétrica oferecem à passagem da corrente elétrica.

2. Quais as unidades da diferença de potencial, corrente elétrica e resistência, respetivamente?



- A. ☐ ohm, ampere e volts.
- B. ☐ volts, ohm e ampere.
- C. ☐ volts, ampere e ohm.
- D. ☐ ampere, volts e ohm.

3. A diferença de potencial é proporcional à resistência elétrica.



- A. ☐ inversamente.
- B. ☐ diretamente.
- C. ☐ igualmente.
- D. ☐ não depende.

4. A corrente elétrica é proporcional à resistência elétrica.



- A. ☐ inversamente.
- B. ☐ diretamente.
- C. ☐ igualmente.
- D. ☐ não depende.

5. Se passar uma corrente de 4 A num condutor, submetido a uma tensão de 2 V, o valor da sua resistência elétrica é de...



- A. ? 1 ohm.
 B. ? 2 ohm.
 C. ? 1,5 ohm.
 D. ? 0,5 ohm.

6. Os condutores óhmicos são também designados condutores...



- A. ? não lineares.
 B. ? curvos.
 C. ? lineares.
 D. ? retilíneos.

7. Para os condutores NÃO ÓHMICOS...



- A. ? a diferença de potencial nos terminais não é diretamente proporcional à intensidade da corrente que os percorre, embora a resistência continue a ser calculada entre o quociente U/I (este valor já não é constante).
 B. ? a diferença de potencial nos terminais é diretamente proporcional à intensidade da corrente que os percorre, embora a resistência continue a ser calculada entre o quociente U/I (este valor já não é constante).
 C. ? a diferença de potencial nos terminais não é diretamente proporcional à intensidade da corrente que os percorre e a resistência não pode ser calculada entre o quociente U/I .
 D. ? a diferença de potencial nos terminais é diretamente proporcional à intensidade da corrente que os percorre e a resistência pode ser calculada entre o quociente U/I (este valor é constante).

ANEXO B.5

WEBQUEST

WebQuest
9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Introdução Tarefas Processo Fontes Avaliação Conclusão



À descoberta da sustentabilidade energética...

WebQuest
9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Introdução

Já imaginaste como seria a nossa vida sem eletricidade?

Seria difícil produzir luz e energia, cozinhar,...

Pensa nos equipamentos elétricos que tens no teu quarto e que necessitam de pilhas/ baterias ou aqueles que precisam de ser ligados à tomada.

Entretanto, há cerca de 100 anos atrás, a eletricidade era uma invenção nova e estranha.

Será que em tua casa dás-lhe a devida importância e fazes um uso racional da eletricidade?

WebQuest

9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Introdução

Esta *WebQuest* tem como objetivos contribuir para que reconheças a importância da energia elétrica; dotar-te de capacidades para analisares criticamente valores de grandezas físicas e apontares algumas medidas, de forma a reduzires a tua pegada ecológica.

**Aceita este desafio e mostra que ambicionas deixar a tua
“marca” neste planeta!**



WebQuest

9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Tarefas

O trabalho final deverá ter um dos seguintes formatos:

💡 **Power- Point.**

💡 **Cartaz/ flyer.**

💡 **Blogue.**

💡 **Vídeo.**



WebQuest

9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Processo

💡 Constituição dos grupos:

- O trabalho deverá ser realizado em **grupo misto** (se possível) constituídos por **4 elementos**.

💡 Trabalho de pesquisa:

- Cada aluno do grupo deverá comunicar aos colegas o(s) **tipo(s) de lâmpada(s)** que possui no seu quarto (economizadora/ incandescente) e a(s) respetiva(s) **potência(s) elétrica(s) (P)**.

- Um dos elementos do grupo ficará também responsável por facultar a última fatura de eletricidade da sua residência, de forma a retirarem a informação do **custo da eletricidade** associados a cada quilowatt-hora (kW h).

WebQuest

9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Processo

💡 Estrutura do trabalho final:

- **Introdução.**

- Deverão construir uma tabela que reúna os dados recolhidos e/ ou calculados, nomeadamente: **tipo de lâmpada** (economizadora/ incandescente); **potência elétrica (P)**; **diferença de potencial (U_{tomada})**; **intervalo de tempo** que, em média, cada lâmpada está **ligada por mês** ($\Delta t_{mês}$); **energia consumida (E)** e **custo energético** associados a cada lâmpada, durante um mês.

Tipo de lâmpada	P (kW)	U_{tomada} (V)	$\Delta t_{mês}$ (h)	E (kW h)	Custo mensal (€)
-----------------	-------------	---------------------	-------------------------	---------------	---------------------

- **Conclusões** e sugestões para **reduzir os gastos energéticos**.

- **Bibliografia.**

WebQuest

9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Fontes

Para que possam realizar com sucesso esta tarefa, têm disponíveis as seguintes fontes de pesquisa:

💡 **Potência** de alguns equipamentos elétricos e a **energia elétrica consumida**:

<http://www.natureba.com.br/energia-eletrrodomesticos.htm>.

💡 Simulador de **Consumo de Energia Elétrica**:

<http://www.edp.pt/pt/particulares/bemvindoedp/Documents/Flash.htm>

💡 “Dicas” de **poupança de eletricidade**: <http://www.creditoresponsavel.com/boa-gestao-orcamento/dicas-de-poupanca-eletricidade.html>.

WebQuest

9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Fontes

Para que possam realizar com sucesso esta tarefa, têm disponíveis os seguintes recursos:

💡 Campanha de **oferta de lâmpadas economizadoras**:

<http://www.edp.pt/pt/media/noticias/2010/Pages/EDPoferecelampadaseconomizadoras.aspx>.

💡 Exercício resolvido do cálculo da energia consumida, expressa em kWh:

<http://www.youtube.com/watch?v=XutoXwSDKtg>

WebQuest

9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Avaliação

Grau de participação nas atividades:

5	4	3	2	1
Participou ativamente nas atividades, cooperando com o grupo. Discutiu de forma séria e profunda com os colegas sobre os temas propostos. Trouxe informações importantes para a discussão. O resultado de sua atividade foi relevante e criativo.	Participou nas atividades, cooperando com o grupo. Discutiu com os colegas sobre os temas propostos. O resultado de sua atividade foi bom.	Participou pouco nas atividades. A sua contribuição para a discussão e o trabalho foi regular.	Esteve presente mas não há registo da sua contribuição para a discussão e trabalho.	Não participou na atividade.

WebQuest

9º ano de escolaridade – Ciências Físico-Químicas

Conclusão

Ao longo da realização da *WebQuest* terão a oportunidade de **desenvolver** algumas **competências**, a saber: capacidade de pesquisa; análise e interpretação de textos/ vídeos/ simulador; cálculo matemático; compreensão e elaboração de tabelas; compreensão de conceitos físicos e apresentação de comunicações orais.

Se fosses governante que medidas adotarias para reduzir a pegada ecológica do teu país?



Bom trabalho!

ANEXO C

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DO(A)

ALUNO(A)

E

CATEGORIZAÇÃO DAS RESPOSTAS

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DO(A) ALUNO(A)

CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

9.º ANO

Dados do(a) aluno(a):

Escola: _____

Idade: _____ Género: ☐ Feminino ☐ Masculino Turma: 9.º _____ N.º: _____

Local de residência: _____

Profissão do pai: _____ Profissão da mãe: _____

Esta ficha tem por objetivos auscultar as tuas preferências quanto às metodologias de ensino e aprendizagem mais eficazes, bem como o teu grau de interesse pela disciplina de CFQ/ perfil dos professores/ atividades propostas.

Neste contexto, solicito a tua colaboração no preenchimento desta ficha e informo-te que a confidencialidade será garantida.

Obrigada pela tua colaboração!



PERCURSO ESCOLAR

	Sim	Não	Caso tenhas respondido “Sim”, indica...
1. Frequentaste o Ensino Pré-Escolar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.1. Quantos anos? _____
2. Tivestes alguma retenção?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.1. Em que ano(s)? _____
3. Lembraste dos conceitos abordados em Estudo do Meio (4.º ano), sobre Circuitos Elétricos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.1. O que te recordas de estudar? _____
4. Gostas da disciplina de CFQ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.1. Porquê? _____ Qual a classificação que obtiveste no final do...7.º ano ____ 8.º ano ____?
5. Tens por hábito estudar em casa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.1. Em que compartimento? _____
6. Quando em casa te surgem dúvidas, recorres com frequência à internet/ jornais/ revistas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.1. Quais (sites/ revistas/ livros)? _____
7. Em casa tens alguém que te auxilie na realização das tarefas escolares de CFQ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.1. Quem? _____
8. Após a conclusão do 3.º Ciclo é tua intenção enveredares por uma área das ciências?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.1. Quais são os teus objetivos futuros? _____ _____



CARACTERIZAÇÃO SÓCIO CULTURAL

1. Como ocupas os teus tempos livres? _____
2. Vais ao cinema/ teatro/ museus de ciência? **Sim** ☐, **Não** ☐.
 - 2.1. Caso tenhas respondido “**Sim**”, indica com que frequência? _____
3. Já participaste em algum projeto dinamizado por um museu de ciência/ instituição do Ensino?

Sim ☐, **Não** ☐.

 - 3.1. Caso tenhas respondido “**Sim**”, indica a designação do(s) projeto(s).

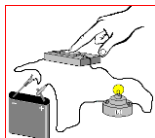
4. Onde consideras que aprendes um maior volume de informações da atualidade, alusivas à ciência?

Escola ☐, **Casa** ☐, **Museus** ☐, **Jornais/ Revistas** ☐, **Internet** ☐, **Televisão** ☐, **Rádio** ☐.



AS TIC

1. Tens computador em casa? **Sim** ☐, **Não** ☐.
 - 1.1. Em casa tens acesso à internet? **Sim** ☐, **Não** ☐.
 - 1.2. Quanto tempo por dia utilizas o teu computador? _____
 - 1.3. Com que fim utilizas o teu computador? (Seleciona a(s) opção(ões)).
Ver o email ☐, **Ler jornais/ revistas** ☐, **Pesquisar bibliografia** ☐, **Explorar jogos didáticos** ☐,
Analisar simuladores ☐, **Investigar atividades lúdicas** ☐.
2. Na tua Escola existem computadores disponíveis para os alunos? **Sim** ☐, **Não** ☐.
3. Na(s) sala(s) onde decorrem as aulas de CFQ existe pelo menos um computador? **Sim** ☐, **Não** ☐.
4. É do teu agrado que os professores de CFQ proponham atividades pedagógicas com recurso às TIC (simuladores, vídeos, jogos e artigos alojados *online*)? **Sim** ☐, **Não** ☐.



AS ATIVIDADES PRÁTICAS DE LABORATÓRIO (APL)

1. Na tua Escola existe material de laboratório adequado para a realização das atividades práticas?

Sim ☐, **Não** ☐.

2. Consideras que a realização de APL em contexto de sala de aula contribui para facilitar a compreensão dos conceitos de CFQ?

Sim ☐, **Não** ☐.

2.1. Aponta três razões para a escolha efetuada anteriormente.

3. Na tua opinião, a realização de APL é mais proveitosa quando:

são realizadas pelo(a) professor(a) ☐, **são realizadas pelos alunos** ☐.

4. Após a realização de uma APL tens por hábito analisar os resultados obtidos e confrontá-los com os modelos teóricos? **Sim** ☐, **Não** ☐.

5. Na tua opinião, é mais enriquecedor elaborar o relatório das atividades experimentais...

individualmente ☐, **em pequeno grupo** ☐.

FIM

CATEGORIZAÇÃO DAS RESPOSTAS DADAS NA

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DO(A) ALUNO(A)

PERCURSO ESCOLAR

QUESTÕES 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8:

Resposta **Opção**
Não responde/ não sabe **Opção 0**
Sim **Opção 1**
Não **Opção 2**

QUESTÃO 1.1.:

Resposta **Opção**
Não responde/ não sabe **Opção 0**
Menos de 2 anos **Opção 1**
Mais de 2 anos **Opção 2**

QUESTÃO 2.1.:

Resposta **Opção**
Não responde/ não sabe **Opção 0**
1.º Ciclo **Opção 1**
2.º Ciclo **Opção 2**
3.º Ciclo **Opção 3**
1º + 2.º Ciclo **Opção 4**
1º + 3.º Ciclo **Opção 5**
2º + 3º Ciclo **Opção 6**

QUESTÃO 3.1.:

Resposta **Opção**
Não responde/ não sabe **Opção 0**
Bons e maus condutores da corrente elétrica **Opção 1**

Componentes dos circuitos elétricos.....	Opção 2
Passagem da corrente elétrica.....	Opção 3
Riscos elétricos.....	Opção 4
Energias renováveis e não renováveis.....	Opção 5

QUESTÃO 4.1.:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
Permite saber/ descobrir coisas novas.....	Opção 1
Relacionado com o	Opção 2
Gosto de fazer APL's.....	Opção 3
É interessante.....	Opção 4
É fácil.....	Opção 5
É difícil/ não percebo/ envolve muitos cálculos matemáticos	Opção 6
Gosto de Química	Opção 7
Gosto de Física.....	Opção 8
Está relacionada com a Matemática	Opção 9
Não gosto da forma como é dada.....	Opção 10
Gosto da forma como a professora explica	Opção 11
Tive positiva	Opção 12

QUESTÃO 5.1.:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
Quarto/ cozinha/ sala.....	Opção 1
Escritório	Opção 2

QUESTÃO 6.1.:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
Sites.....	Opção 1
Revistas	Opção 2
Livros.....	Opção 3
Sites e livros.....	Opção 4

QUESTÃO 7.1.:

Resposta **Opção**
 Não responde/ não sabeOpção 0
 Elemento(s) do agregado familiar.....Opção 1
 Explicador(a)/ sala de estudoOpção 2
 Elemento(s) do agregado familiar e Explicador(a)/ sala de estudoOpção 3

QUESTÃO 8.1.:

Resposta **Opção**
 Não responde/ não sabeOpção 0
 Formação Superior.....Opção 1
 Formação ProfissionalOpção 2
 Seguir Ciências e Tecnologias (Ensino Secundário)Opção 3

CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-CULTURAL

QUESTÃO 1:

Resposta **Opção**
 Não responde/ não sabeOpção 0
 Atividades lúdicas com os amigos e/ ou familiares.....Opção 1
 Atividades individuais.....Opção 2
 Programas culturais e/ou atividades extracurricularesOpção 3

QUESTÕES 2, 3, 4:

Resposta **Opção**
 Não responde/ não sabeOpção 0
 Sim.....Opção 1
 NãoOpção 2

QUESTÃO 2.1:

- Resposta** **Opção**
 Não responde/ não sabe **Opção 0**
 Mais de uma vez por mês **Opção 1**
 Menos de uma vez por mês **Opção 2**

QUESTÃO 3.1:

- Resposta** **Opção**
 Não responde/ não sabe **Opção 0**
 Projeto(s) no âmbito da Física e/ ou Astronomia **Opção 1**
 Projeto(s) no âmbito da Química **Opção 2**
 Projeto(s) no âmbito da Biologia e/ ou Geologia e/ ou Matemática **Opção 3**
 Projeto(s) dinamizado(s) pelo CCV **Opção 4**
 Projeto(s) dinamizado por uma instituição do Ensino Superior **Opção 5**
 Projeto(s) dinamizado por uma instituição do Ensino Básico (Proj. Ciências) **Opção 6**

QUESTÃO 4.1:

- Resposta** **Opção**
 Não responde/ não sabe **Opção 0**
 Escola **Opção 1**
 Casa **Opção 2**
 Museu **Opção 3**
 Jornais/ revistas **Opção 4**
 Internet **Opção 5**
 Televisão **Opção 6**
 Rádio **Opção 7**

AS TIC

QUESTÕES 1; 1.1.; 2; 3; 4:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
Sim.....	Opção 1
Não	Opção 2

QUESTÃO 1.2.:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
Menos de 2 horas/ dia.....	Opção 1
Mais de 2 horas/ dia	Opção 2

QUESTÃO 1.3.:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
Ver o <i>email</i>	Opção 1
Ler jornais/ revistas	Opção 2
Pesquisa bibliográfica	Opção 3
Explorar jogos didáticos	Opção 4
Analisar simuladores	Opção 5
Investigar atividades lúdicos	Opção 6

AS ATIVIDADES PRÁTICAS DE LABORATÓRIO (APL)

QUESTÕES 1; 2; 4:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
Sim.....	Opção 1
Não	Opção 2

QUESTÃO 2.1.:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
Mais motivador/ divertido.....	Opção 1
Aprender/ compreender melhor	Opção 2
Mais motivador/ divertido e Aprender/ compreender melhor	Opção 3
Comprovar/ demonstrar leis.....	Opção 4
Ajudar a decorar	Opção 5
São “monótonas”/ não contribuem para a aprendizagem	Opção 6
Somos nós a fazer/ trabalhamos em grupo/ ficamos mais curiosos.....	Opção 7
Comprovamos leis/ teorias e é mais motivador.....	Opção 8
Comprovamos leis/ teorias e entendemos/ decoramos melhor	Opção 9
Comprovamos leis/ teorias e entendemos/ decoramos melhor e é mais motivador ..	Opção 10
Entender e interagir com os colegas.....	Opção 11

QUESTÃO 3:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
São realizadas pelo(a) professor(a).....	Opção 1
São realizadas pelos alunos	Opção 2

QUESTÃO 5:

Resposta	Opção
Não responde/ não sabe	Opção 0
Individualmente.....	Opção 1
Em pequeno grupo	Opção 2

FIM

ANEXO D

TESTE DIAGNÓSTICO



Teste Diagnóstico: “Corrente Elétrica e Circuito Elétricos”

Este teste destina-se a diagnosticarmos os teus conhecimentos sobre “**Corrente Elétrica e Circuitos Elétricos**” e servir de base para a definição de estratégias de ensino mais adequadas à tua aprendizagem.

As respostas que deres serão confidenciais e não irão contar para a tua avaliação. Porém, solicito que procures dar o melhor de ti.

Não escrevas no enunciado! Para cada pergunta, indica a resposta que te parece mais correta, assinalando a opção na **folha de respostas**.

Neste teste considera que:

- ⇔ as **fontes** de energia mantêm a **diferença de potencial constante** e a **resistência interna é desprezável**.
- ⇔ as **lâmpadas** são **todas iguais** e apresentam a mesma resistência elétrica.
- ⇔ o **brilho das lâmpadas aumenta** à medida que **aumenta a corrente elétrica** que as percorre.
- ⇔ os **fios elétricos** são **iguais** e possuem resistência elétrica desprezável.

1. A Maria, uma aluna fascinada com os mistérios da ciência, após chegar a casa, coloca o braço nas proximidades do monitor da televisão (**figura 1**). Ela observa que apesar de não encostar o braço no monitor, vê que os pelos do braço são atraídos para ele. Este fenómeno ocorre, porque:



Figura 1

1. o monitor ganha eletrões dos pelos do braço.
2. os pelos são atraídos pelo monitor, devido ao facto das extremidades ficarem carregadas com cargas de sinal oposto às do monitor, embora os pelos permaneçam neutros.
3. há passagem de carga elétrica do monitor para os pelos do braço.
4. os pelos são atraídos pelo monitor, devido ao facto das extremidades ficarem carregados com cargas de sinal oposto às do monitor e portanto tanto o monitor como o braço não ficam com carga elétrica nula.

2. A professora de CFQ pediu a uns alunos que ligassem uma lâmpada incandescente a uma pilha recorrendo a um fio de cobre. Na **figura 2** estão representadas as montagens efetuadas por 4 alunos. Considerando essas 4 ligações, é correto afirmar que a lâmpada vai acender apenas na(s) montagem(ns)...

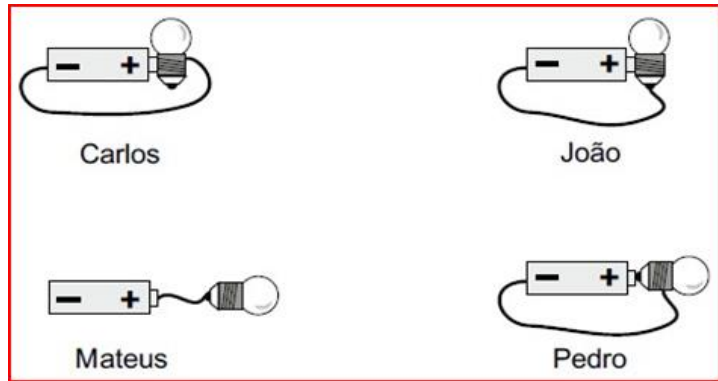


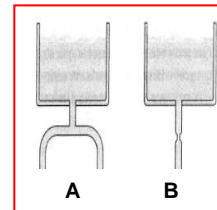
Figura 2

1. do Mateus.
2. do Pedro.
3. do Carlos, do João e do Pedro.
4. do João e do Pedro.

3. Não devemos pegar num secador com as mãos molhadas, porque...

1. a água é boa condutora térmica.
2. O secador é bom condutor elétrico.
3. a água é boa condutora elétrica.
4. O secador é bom condutor térmico.

4. A **figura 3** evidencia duas canalizações (**A** e **B**) utilizadas para remover a água de um tanque. Considera que em ambas as situações, os canos possuem o mesmo diâmetro e igual volume inicial de água. Indica em qual das canalizações é possível remover a água do tanque em menos tempo?



1. Situação A.
2. Situação B.
3. É indiferente.
4. Depende se estamos a utilizar água destilada ou não.

Figura 3

- 5.** Todos os recetores que usamos no dia-a-dia (por exemplo, o secador de cabelo) têm inscrito o valor da diferença de potencial da fonte de energia, mais adequado ao seu bom funcionamento (figura 4). Caso esse valor seja ultrapassado...

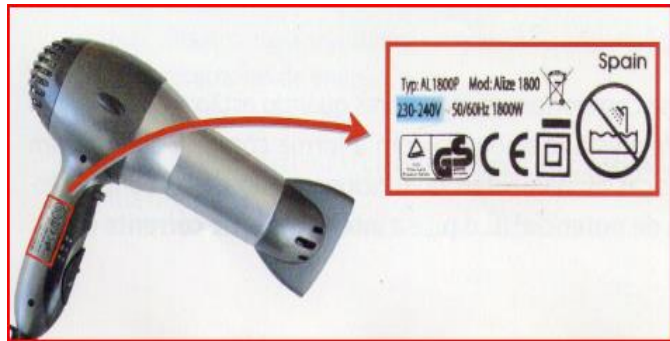


Figura 4

1. o equipamento funcionará melhor.
2. corre-se o risco de danificar o equipamento elétrico.
3. o equipamento só se iria danificar caso a diferença de potencial da fonte fosse inferior.
4. não se verificariam alterações no funcionamento do recetor.

- 6.** Das frases seguintes, seleciona a opção cientificamente correta.

1. A corrente elétrica só “aparece” num circuito elétrico se houver um gerador para criar diferença de potencial.
2. Os eletrões livres num circuito elétrico ganham energia ao atravessar os vários componentes.
3. A função de um gerador é fornecer energia aos iões que transportam a corrente elétrica num metal.
4. Só alguns recetores transferem para a sua vizinhança energia como calor, como as lâmpadas e os aquecedores.

As questões **7** e **8** referem-se à representação esquemática de um *kit* de luzes de Natal representado na **figura 5**.

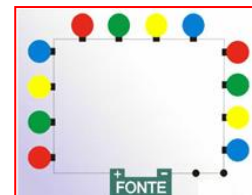


Figura 5

- 7.** Se uma das lâmpadas fundir, as restantes...

1. irão apresentar maior brilho.
2. permanecem acesas.
3. não acendem.
4. irão apresentar menor brilho.

- 8.** Em relação ao brilho das lâmpadas, podemos afirmar que...
1. a lâmpada que se encontra mais perto da fonte de energia, brilha mais.
 2. as lâmpadas que se encontram no meio do circuito elétrico irão brilhar mais, porque recebem a energia elétrica de ambas as direções.
 3. a lâmpadas do lado direito brilham mais.
 4. todas as lâmpadas apresentam o mesmo brilho, porque recebem a mesma quantidade de energia elétrica.

- 9.** A **figura 6** ilustra um fusível, que é um dispositivo de segurança que tem por função interromper a passagem da corrente elétrica, sempre que se ultrapasse o valor limite da corrente, evitando assim que ocorra um **curto-circuito**.

Quando a corrente elétrica atinge esse valor limite, que corresponde a situações em que por vezes ligamos demasiados eletrodomésticos em simultâneos, o filamento do interior do fusível funde, impedindo assim a passagem da corrente.



Figura 6

Um **curto-circuito** é...

1. obrigatoriamente o caminho mais curto, em termos de distância.
2. o caminho mais curto, em termos de menor resistência elétrica.
3. obrigatoriamente o caminho mais longo, em termos de distância.
4. o caminho mais curto, em termos de maior resistência.

- 10.** Nos postes de alta tensão encontra-se com frequência a simbologia de perigo ilustrada na **figura 7**.

O perigo de choque elétrico está associado à...

1. tensão elétrica que alimenta o circuito.
2. corrente elétrica que percorre o nosso corpo.
3. tensão elétrica que alimenta o circuito e à corrente elétrica.
4. resistência que o nosso corpo oferece à passagem da corrente elétrica.



Figura 7



FICHA DE RESPOSTA do Teste Diagnóstico

Escola: _____

Turma: 9.º _____ N.º: _____ Idade: _____

Género: Feminino ☐ Masculino ☐

Para cada questão seleciona com uma cruz a opção cientificamente correta.

Questão	Opção de Resposta			
	1.	2.	3.	4.
<u>1</u>				
<u>2</u>				
<u>3</u>				
<u>4</u>				
<u>5</u>				
<u>6</u>				
<u>7</u>				
<u>8</u>				
<u>9</u>				
<u>10</u>				

FIM

Questão	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Chave de resposta	2	4	3	1	2	1	3	4	2	2

ANEXO E

TESTE DE CONHECIMENTOS



TESTE DE CONHECIMENTOS: “Corrente Elétrica e Circuitos Elétricos”

Este teste destina-se a diagnosticarmos os teus conhecimentos sobre “**Corrente Elétrica e Circuitos Elétricos**”.

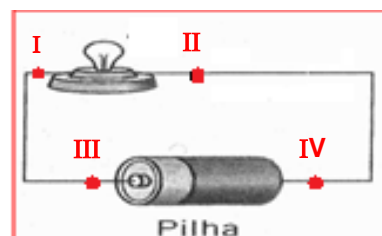
Não escrevas no enunciado! Na folha de respostas que te será facultada indica a alínea que te parece mais correta.

Neste teste considera que:

- ⇨ as **fontes** de energia mantêm a **diferença de potencial constante** e a **resistência interna é desprezável**.
- ⇨ as **pilhas** fornecem a mesma diferença de potencial em todos os circuitos.
- ⇨ as **lâmpadas** são **todas iguais** e apresentam a mesma resistência elétrica.
- ⇨ o **brilho das lâmpadas aumenta** à medida que **aumenta a corrente elétrica** que as percorre.
- ⇨ os **fios elétricos** e o **interruptor** possuem resistência elétrica desprezável.

1. Considera o circuito elétrico da figura, constituído por uma lâmpada e uma pilha.

Qual das seguintes afirmações sobre a corrente elétrica nos diferentes pontos assinalados no circuito está correta?



- a. A corrente elétrica é igual em todos os pontos.
- b. A corrente elétrica é igual entre I e II e menor que entre III e IV.
- c. A corrente elétrica é igual entre I e II e maior que entre III e IV.
- d. A corrente elétrica é a mesma em todos os pontos, exceto na lâmpada.
- e. A corrente elétrica é a mesma em todos os pontos, exceto na pilha.

Para as questões 2 a 3, considera os circuitos elétricos da figura 1 e 2. As lâmpadas são todas iguais.

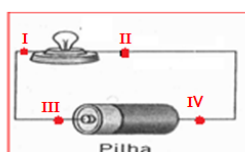


Figura 1

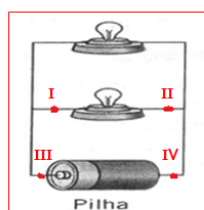
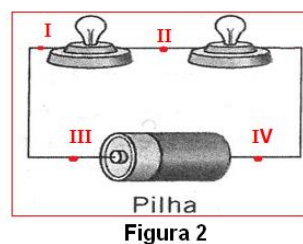
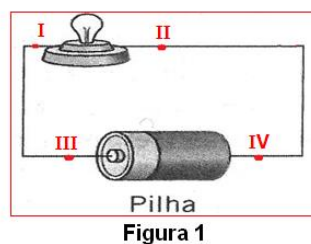


Figura 2

2. Compara a corrente elétrica no ponto III das figuras.
 - a. No circuito da figura 1, a corrente elétrica é o dobro da do circuito da figura 2.
 - b. A corrente elétrica é igual em ambas as figuras.
 - c. No circuito da figura 1, a corrente elétrica é menor, mas não metade da do circuito da figura 2.
 - d. No circuito da figura 1, a corrente elétrica é maior, mas não o dobro da do circuito da figura 2.
 - e. No circuito da figura 1, a corrente elétrica é metade da do circuito da figura 2.

3. Compara a diferença de potencial entre os terminais I e II da lâmpada do circuito elétrico da figura 1, com a diferença de potencial no caso do circuito da figura 2
 - a. No circuito da figura 1, a diferença de potencial é o dobro da do circuito da figura 2.
 - b. A diferença de potencial é igual em ambas as figuras.
 - c. No circuito da figura 1, a diferença de potencial é menor, mas não metade da do circuito da figura 2.
 - d. No circuito da figura 1, a diferença de potencial é maior, mas não o dobro da do circuito da figura 2.
 - e. No circuito da figura 1, a diferença de potencial é metade da do circuito da figura 2.

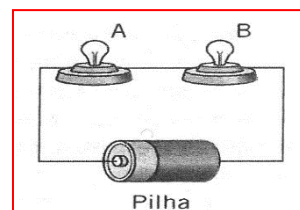
Para as questões 4 a 5, considera os circuitos elétricos da figura 1 e 2, em que as lâmpadas são todas iguais.



4. Compara a corrente elétrica no ponto III, das figuras.
 - a. No circuito da figura 2, a corrente elétrica é o dobro da do circuito da figura 1.
 - b. A corrente elétrica é igual em ambas as figuras.
 - c. No circuito da figura 2, a corrente elétrica é menor, mas não metade da do circuito da figura 1.
 - d. No circuito da figura 2, a corrente elétrica é maior, mas não o dobro da do circuito da figura 1.
 - e. No circuito da figura 2, a corrente elétrica é metade da do circuito da figura 1.

5. Compara a diferença de potencial entre os terminais I e II da lâmpada do circuito elétrico da figura 1, com a diferença de potencial no caso do circuito da figura 2.
- No circuito da figura 2, a diferença de potencial é o dobro da do circuito da figura 1.
 - A diferença de potencial é igual em ambas as figuras.
 - No circuito da figura 2, a diferença de potencial é menor, mas não metade da do circuito da figura 1.
 - No circuito da figura 2, a diferença de potencial é maior, mas não o dobro da do circuito da figura 1.
 - No circuito da figura 2, a diferença de potencial é metade da do circuito da figura 1.

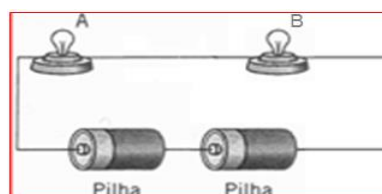
Para as questões 6 a 7, considera o circuito da figura seguinte, que traduz uma montagem constituída por duas lâmpadas, fios de ligação e uma pilha.



6. Selecciona, entre os materiais apresentados, o que poderia ser intercalado entre as lâmpadas A e B, de forma que estas continuem acesas.
- Grafite (mina do lápis).
 - Vidro.
 - Madeira.
 - Cortiça.
7. No circuito elétrico da figura, o brilho é...
- maior na lâmpada A.
 - maior nas proximidades do polo negativo da pilha.
 - maior na lâmpada B.
 - igual em ambas as lâmpadas.
 - Maior nas proximidades do polo positivo da pilha.

8. Se ao circuito elétrico for adicionada mais uma pilha (ver figura ao lado), então o brilho da lâmpada A...

- diminui.
- aumenta.
- não sofre qualquer alteração.
- não há informação suficiente para tirarmos conclusões.



9. Para associarmos pilhas, tal como ilustrado na figura,

- O polo negativo (-) de uma pilha liga-se ao polo negativo (-) da outra.
- O polo positivo (+) de uma pilha liga-se ao polo positivo (+) da outra.
- O polo positivo (+) de uma pilha liga-se ao polo negativo (-) da outra.
- É indiferente a sequência de ligação de ambas as pilhas.

10. Considera os circuitos das figuras 1 e 2, em que as duas lâmpadas iguais encontram-se associadas de forma diferente.

Comparando a diferença de potencial nos terminais da lâmpada A, de ambos os circuitos elétricos, na figura 1 esse valor é...

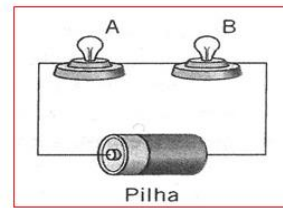


Figura 1

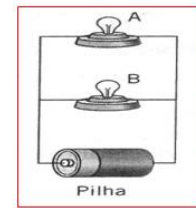


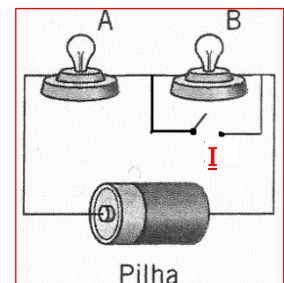
Figura 2

- igual ao da figura 2.
- o dobro do da figura 2.
- metade do da figura 2.
- maior do que o da figura 2.
- Menor do que o da figura 2.

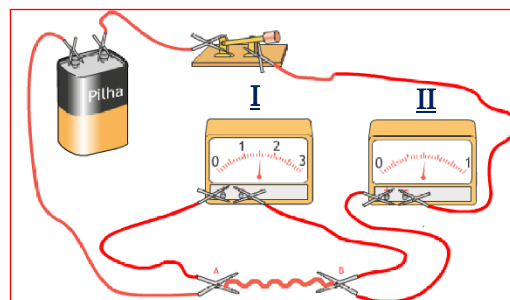
11. Considera o circuito elétrico ilustrado na figura, em que se colocou um interruptor (I) entre os terminais da lâmpada B.

Ao fecharmos o interruptor...

- aumenta o brilho da lâmpada A.
- o brilho da lâmpada A permanece igual.
- diminui o brilho da lâmpada A.
- não possuímos informação suficiente para tirarmos conclusões.



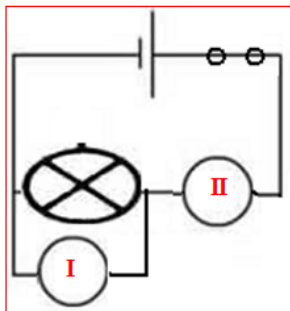
Para as questões 12 a 14, considera o circuito da figura seguinte, constituído por uma pilha, um interruptor fechado, dois instrumentos de medição (I e II) e um resistor.



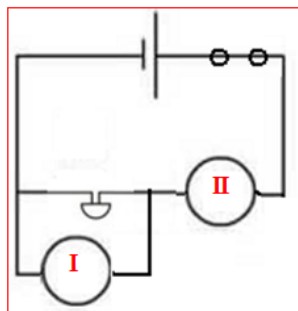
12. Os instrumentos de medição representados por **I** e **II** são, respetivamente...

- voltímetro e potenciómetro.
- amperímetro e voltímetro.
- ohmímetro e voltímetro.
- amperímetro e potenciómetro.
- voltímetro e amperímetro.

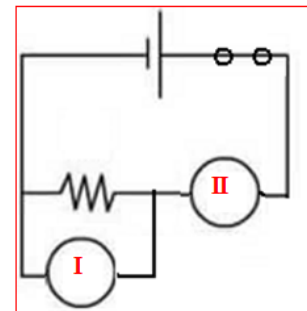
13. A representação esquemática que traduz o circuito elétrico ilustrado na figura é



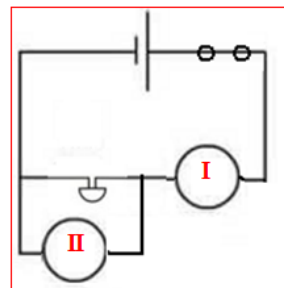
Esquema A



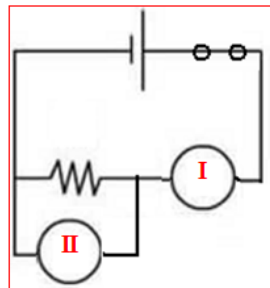
Esquema B



Esquema C



Esquema D



Esquema E

- esquema A.
- Esquema B.
- esquema C.
- esquema D.
- esquema E.

14. O gráfico que corresponde a um condutor óhmico é...

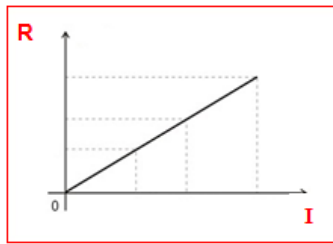


Gráfico A

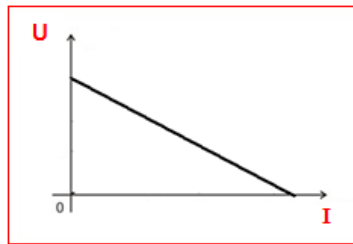


Gráfico B

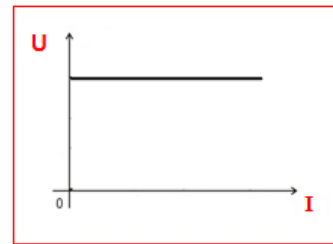


Gráfico C

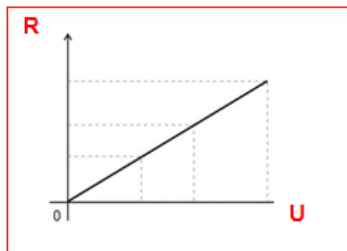


Gráfico D

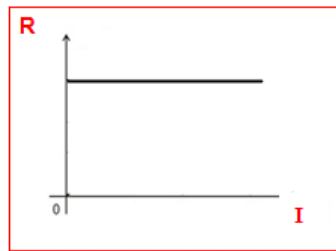
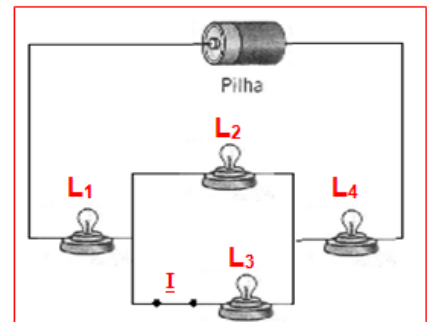


Gráfico E

- a. Gráfico A.
- b. Gráfico B.
- c. Gráfico C.
- d. Gráfico D.
- e. Gráfico E.

As questões 15 a 18 referem-se ao circuito elétrico da figura seguinte, em que 4 lâmpadas iguais, numeradas de 1 a 4, se encontram ligadas a uma pilha. (O interruptor, I , está inicialmente fechado).



15. Qual das seguintes afirmações descreve corretamente o brilho nas lâmpadas?

- a. $L_1 > L_2 = L_3 > L_4$.
- b. $L_1 > L_4 > L_2 = L_3$.
- c. $L_1 = L_4 > L_2 = L_3$.
- d. $L_2 = L_3 > L_1 = L_4$.
- e. Todas as lâmpadas apresentam o mesmo brilho.

16. Qual das seguintes afirmações descreve corretamente a diferença de potencial (U) nas lâmpadas?

- $U_1 = U_4 > U_2 = U_3$.
- $U_2 = U_3 > U_1 = U_4$.
- $U_1 > U_2 > U_3 > U_4$.
- $U_1 > U_4 > U_2 = U_3$.
- A diferença de potencial é igual em todas as lâmpadas.

17. O que acontece ao brilho da lâmpada 1, quando o interruptor I for aberto?

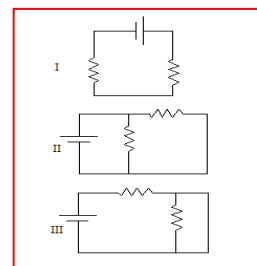
- Aumenta.
- Permanece igual.
- Diminui.
- Não há brilho.
- Não temos informação suficiente para responder.

18. O que acontece ao brilho da lâmpada 2, quando o interruptor I for aberto?

- Aumenta.
- Permanece igual.
- Diminui.
- Não há brilho.
- Não temos informação suficiente para responder.

19. Em qual ou quais dos diagramas da figura, estão as duas resistências em série?

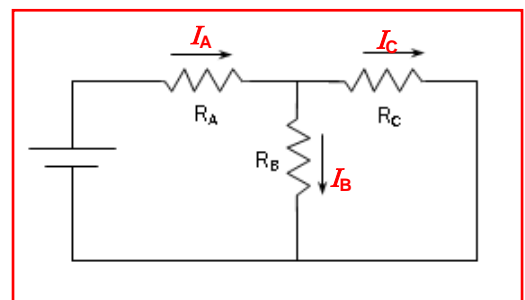
- I.
- II.
- III.
- I e III.
- II e III.



20. Considera o diagrama da figura que mostra um circuito elétrico com três resistores iguais, ou seja, $R_A = R_B = R_C$.

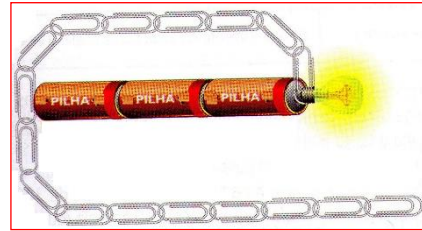
Qual a relação entre I_A e I_C ?

- $I_A = 1/3 I_C$.
- $I_A = 1/2 I_C$.
- $I_A = I_C$.
- $I_A = 2 I_C$.
- $I_A = 3 I_C$.



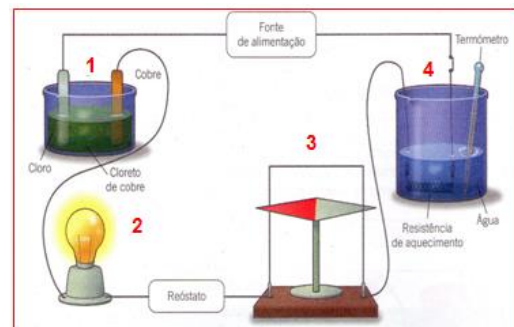
21. Observa a figura que traduz um circuito elétrico constituído por três pilhas, uma lâmpada e cliques.

Se aumentarmos sucessivamente o número de cliques entre os dois terminais das pilhas, o brilho da lâmpada...



- aumenta.
- diminui.
- mantém-se constante.
- nada se pode afirmar.

22. circuito elétrico da figura, os componentes 1, 2, 3 e 4, traduzem, respetivamente, os seguintes efeitos da passagem da corrente elétrica...



- térmico, magnético, térmico e químico.
- químico, magnético, térmico, térmico.
- térmico, químico, magnético, térmico.
- químico, térmico, magnético, térmico.
- nenhuma das hipóteses anteriores.

23. As consequências de um choque elétrico estão relacionadas com...

- apenas a corrente elétrica que atravessa o corpo da pessoa.
- a diferença de potencial, bem como o caminho que atravessa o corpo da pessoa.
- a corrente elétrica, bem como pelo caminho que atravessa o corpo da pessoa.
- a resistência elevada do corpo da pessoa.
- a diferença de potencial a que é sujeito o corpo da pessoa.

FIM

FICHA DE RESPOSTA DO TESTE DE CONHECIMENTOS

Escola: _____

Turma: 9.º _____ N.º: _____

Idade: ____

Género: ☐ Feminino ☐ Masculino

Data: ____/____/____

Instruções:

- ⇔ Material autorizado: caneta azul ou preta.
- ⇔ Lê atentamente cada uma das questões antes de responderes.
- ⇔ Para cada questão indica a **ÚNICA** alínea cientificamente correta.
- ⇔ Faz um círculo à volta da alínea cientificamente correta.
- ⇔ Em caso de engano, assinala de forma visível a nova opção.

QUESTÃO	OPÇÃO DE RESPOSTA				
1	a.	b.	c.	d.	e.
2	a.	b.	c.	d.	e.
3	a.	b.	c.	d.	e.
4	a.	b.	c.	d.	e.
5	a.	b.	c.	d.	e.
6	a.	b.	c.	d.	
7	a.	b.	c.	d.	e.
8	a.	b.	c.	d.	
9	a.	b.	c.	d.	
10	a.	b.	c.	d.	e.
11	a.	b.	c.	d.	
12	a.	b.	c.	d.	e.
13	a.	b.	c.	d.	e.
14	a.	b.	c.	d.	e.
15	a.	b.	c.	d.	e.
16	a.	b.	c.	d.	e.
17	a.	b.	c.	d.	e.
18	a.	b.	c.	d.	e.
19	a.	b.	c.	d.	e.
20	a.	b.	c.	d.	e.
21	a.	b.	c.	d.	
22	a.	b.	c.	d.	e.
23	a.	b.	c.	d.	e.

FIM

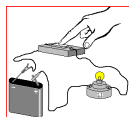
ANEXO F

INQUÉRITO

E

CATEGORIZAÇÃO DAS RESPOSTAS

[illegible]



AS ATIVIDADES PRÁTICAS DE LABORATÓRIO (APL)

2. Na tua opinião, em que medida a realização das **APL's** favoreceram as tuas aprendizagens?



AS NOVAS TECNOLOGIAS

3. Na tua opinião, em que medida a realização dos **RESE** favoreceram as tuas aprendizagens?

4. Na tua opinião, em que medida a realização dos **REVE** favoreceram as tuas aprendizagens?



As minhas sugestões...

5. Qual(ais) a(s) melhoria(s) que, na tua opinião, podem ser efetuadas no ensino que tiveste?

- 6.
- 6.1. Das menções **F; NS; SM; S; B ou MB**, qual é que atribuis para as estratégias de ensino e aprendizagem aplicadas nas aulas da unidade de Eletricidade? _____

- 6.2. **Fundamenta a tua escolha.**

**CATEGORIZAÇÃO DAS RESPOSTAS DADAS NO
INQUÉRITO**

QUESTÃO 1 (1.1. até 1.12.):

Resposta Opção

Não responde/ não sabe Opção 0

Fraco (F)..... Opção 1

Não Satisfaz (NS) Opção 2

Satisfaz minimamente (SM)..... Opção 3

Satisfaz (S)..... Opção 4

Bom (B)..... Opção 5

Muito Bom (MB)..... Opção 6



AS ATIVIDADES PRÁTICAS DE LABORATÓRIO (APL)

QUESTÃO 2:

Resposta Opção

Não responde/ não sabe Opção 0

Aprender mais rapidamente a matéria Opção 1

Entender os assuntos alusivos à eletricidade Opção 2

Decorar a matéria Opção 3

Estudar e rever a matéria/ estava tudo muito organizado Opção 4

Exercitar a matéria/ preparar para o teste Opção 5

Aumentar o interesse/ motivação/ atenção Opção 6

Aumentar o interesse/ motivação e compreender a matéria Opção 7

Observar “coisas” que não se vê no dia a dia/ aplicação no quotidiano da matéria .. Opção 8

Não gostei/ Não muito, porque antes da sua realização já consegui prever os resultados

..... Opção 9



AS NOVAS TECNOLOGIAS

QUESTÃO 3:

Resposta **Opção**

- Não responde/ não sabe Opção 0
- Aprender mais rapidamente a matéria Opção 1
- Entender os assuntos alusivos à eletricidade/ esclarecer dúvidas Opção 2
- Aprender a matéria e a desenvolver o raciocínio..... Opção 3
- Estudar e rever a matéria/ conteúdos muito organizados Opção 4
- Exercitar a matéria/ preparar para o teste Opção 5
- Aumentar o interesse/ motivação/ atenção Opção 6
- Aumentar o interesse/ motivação e trabalhar mais na aula Opção 7
- Observar “coisas” que não se vê no dia-a-dia Opção 8
- Apresentam a matéria bem explicada/ organizada e com muita informação Opção 9
- Não gostei muito..... Opção 10
- Prefiro as APLs..... Opção 11
- Permitir trabalhar com equipamentos que não estão ao nosso alcance..... Opção 12

QUESTÃO 4:

Resposta **Opção**

- Não responde/ não sabe Opção 0
- Aprender mais rapidamente a matéria Opção 1
- Entender os assuntos alusivos à eletricidade/ esclarecer dúvidas/ melhorar notas ... Opção 2
- Aumentar o interesse/ motivação/ atenção Opção 3
- Observar “coisas” que não se vê no dia-a-dia Opção 4
- Não gostei muito/ geravam confusão/ não “tiravam dúvidas”..... Opção 5
- Prefiro as APLs..... Opção 6
- Roteiros com a matéria muito organizada..... Opção 7



As minhas sugestões...

QUESTÃO 5:

Resposta Opção

Não responde/ não sabeOpção 0

Realizar ainda mais experiências e/ ou trabalhos colaborativoOpção 1

Realizar ainda mais experiências e *Quizzes*Opção 2

Melhorar a qualidade dos materiais de laboratórioOpção 3

As REVEs estarem em português de Portugal.....Opção 4

Continuar a apelar à participação dos alunosOpção 5

Dar oportunidade aos alunos de participarem ainda maisOpção 6

Manter a aplicação das mesmas estratégias de ensino e aprendizagem.....Opção 7

Podia ser mais divertido/ defendendo que se abandonem estas estratégias.....Opção 8

Eliminar os RESEs.....Opção 9

Melhorar a organização dos roteiros/ facultar menos fichas.....Opção 10

Explicar a matéria mais devagar.....Opção 11

Fazer as APLs, RESEs e REVEs todos os períodos letivosOpção 12

Mais intervenção da professora na exploração das REVEs.....Opção 13

Resolver mais exercícios/ problemas.....Opção 14

QUESTÃO 6:

QUESTÃO 6.1.:

Resposta Opção

Não responde/ não sabeOpção 0

Fraco (F).....Opção 1

Não Satisfaz (NS)Opção 2

Satisfaz minimamente (SM).....Opção 3

Satisfaz (S).....Opção 4

Bom (B).....Opção 5

Muito Bom (MB).....Opção 6

QUESTÃO 6.2.:

Resposta Opção

Não responde/ não sabeOpção 0

Estratégias muito diversificadas e facilitadoras da aprendizagemOpção 1

Permitiram compreender conceitos abstratos e/ ou não visíveis à escala humanaOpção 2

Estratégias muito vocacionadas para o quotidiano e aumentaram a “segurança” Opção 3

Ambiente propício à discussão/ entendimento/ à obtenção de melhores notas.....Opção 4

Aumentar a concentração/ fácil de aprender e subir as notas Opção 5

Aprender mais quando são os alunos a realizarOpção 6

Aprender mais com auxílio dos meios tecnológicos (vídeos, *software* e *WebQuest*). Opção 7

Aprender/descobrir muito/ mais divertido/ foi a matéria que mais me agradou Opção 8

A professora explicou bem a matéria Opção 9

Os recursos apresentavam tudo e bem explicadoOpção 10

Muito interessante..... Opção 11

Há formas mais eficazes de aplicação das estratégiasOpção 12

Foram facultadas demasiadas fichasOpção 13

Fichas muito bem elaboradas, mas as questões deviam ser substituídas por textos informativosOpção 14

Desagradou-me o facto da professora ter recorrido ao *PowerPoint*Opção 15

FIM

ANEXO G

APROVAÇÃO DA DIREÇÃO GERAL DE EDUCAÇÃO

Dados adicionais

Estado:

Aprovado

Avaliação:

Exmo(a) Senhor(a) MARIA JOSÉ MIRANDA PIRES QUINTAS

Venho por este meio informar que o pedido de realização de inquérito em meio escolar é autorizado uma vez que, submetido a análise, cumpre os requisitos, devendo atender-se às observações aduzidas.

Com os melhores cumprimentos

José Vitor Pedroso

Diretor de Serviços de Projetos Educativos

DGE

Observações:

a) A realização do Inquérito fica sujeita a autorização das Direções dos Agrupamentos de Escolas do ensino público a contactar para a sua realização. Merece especial atenção o modo, o momento e condições de aplicação dos instrumentos de recolha de dados em meio escolar (porque oneroso), devendo fazer-se em estreita articulação com as Direções das Escolas/Agrupamentos que autorizem a realização do estudo.

b) Deve considerar-se o disposto na Lei nº 67/98 em matéria de garantia de anonimato dos sujeitos, confidencialidade, proteção e segurança dos dados, sendo necessário solicitar o consentimento informado e esclarecido do titular dos dados. No caso presente de inquirição de alunos menores (menos de 18 anos) este deverá ser atestado pelos seus representantes legais. As autorizações assinadas pelos Encarregados de Educação devem ficar em poder da Escola/Agrupamento ao qual pertencem os alunos. Não deve haver cruzamento ou associação de dados entre os que são recolhidos pelos instrumentos de inquirição e os constantes da declaração de consentimento informado.

c) Alerta-se ainda para o facto de, no caso de realização das entrevistas aos docentes conforme indicado e a recolha de dados pessoais for efetuada através de registo de som e/ou imagem, - tornando os inquiridos identificáveis - exige-se a garantia de anonimato dos visados (não identificar ou tornar identificável). Nesta conformidade deve ser contactada a Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPd) para que lhe seja pedida a devida autorização para o efeito, ficando registados todos os procedimentos a seguir.

Outras observações:

Sem observações.

ANEXO H

ENTREVISTAS

ANEXO H.1

AUTORIZAÇÃO DOS ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO

Escola _____

AUTORIZAÇÃO DO(A) ENCARREGADO(A) DE EDUCAÇÃO

ALUNO(A): _____ **9.º** ____ **N.º** ____

Ex.^{mo(a)} Encarregado(a) de Educação,

A unidade “**Corrente Elétrica e Circuitos Elétricos**” será lecionada recorrendo a uma metodologia baseada no ensino interativo e segundo uma aprendizagem colaborativa.

De forma a posteriormente conseguir avaliar, na opinião dos alunos, as potencialidades destas estratégias de ensino e aprendizagem, venho por este meio solicitar que se digne autorizar a captação da gravação de uma entrevista áudio ao(à) seu(sua) educando(a).

Com os melhores cumprimentos,

A professora de CFQ,

- { ☐ **Autorizo** a captação de gravação áudio.
- { ☐ **Não autorizo** a captação de gravação áudio.

Assinatura do(a) Encarregado(a) de Educação: _____

Data: ____/____/____

ANEXO H.2

GUIÃO DE ENTREVISTAS PARA ALUNOS

1. Ao longo da leção da unidade alusiva aos Circuitos Elétricos tiveste a oportunidade de te envolver em atividades interativas. Na tua opinião, em que medida estas estratégias de ensino e aprendizagem, podem...

1.1. ...contribuir para aumentar a tua motivação pelos assuntos lecionados?

1.2. ...favorecer as tuas aprendizagens?

2. Qual a atividade que mais te aliciou?

3. Qual a atividade que menos te aliciou?

4. Na tua opinião, qual a vantagem e/ou desvantagem da realização das APL?

5. Na tua opinião, qual a vantagem e/ou desvantagem da realização dos RESE?

6. Na tua opinião, qual a vantagem e/ou desvantagem da realização dos REVE?

7. Qual a tua opinião (vantagem e/ou desvantagem) sobre a realização da WebQuest?

8. Qual(ais) a(s) potencialidade(s) dos Quizzes no estudo de temáticas de Física?

9. Gostarias que em anos futuros os professores de Física continuassem a recorrer a estratégias de ensino e aprendizagem similares? Porquê?

10. Qual(ais) a(s) melhoria(s) que, na tua opinião, seria(m) importante(s) efetuar?

FIM

ANEXO H.3

GUIÃO DE ENTREVISTAS PARA PROFESSORAS

1. Na sua opinião, as metodologias interativas implementadas nas aulas podem trazer uma mais valia no ensino?

--

2. Em que medida estas estratégias de ensino e aprendizagem, podem...

a. ...contribuir para aumentar a **motivação** dos alunos pelos assuntos lecionados?

b. ...favorecer as **aprendizagens** dos alunos.

--

3. Na sua opinião, qual a vantagem e/ou desvantagem da realização das **APL**?

--

4. Na sua opinião, qual a vantagem e/ou desvantagem da realização dos **RESE**?

--

5. Na sua opinião, qual a vantagem e/ou desvantagem da realização dos **REVE**?

--

6. Na sua opinião, qual a vantagem e/ou desvantagem da realização da **WebQuest**?

--

7. Qual(ais) os constrangimentos para a implementação das metodologias interativas, por parte dos professores de Física?

--

8. Qual(ais) a(s) melhoria(s) que, na sua opinião, seria(m) importante(s) efetuar?

--